



دانشکده: کشاورزی

گروه: زراعت

پایان نامه کارشناسی ارشد

اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر عملکرد سیب زمینی

حسین میرزایی

اساتید راهنما:

دکتر مجتبی ممرآبادی

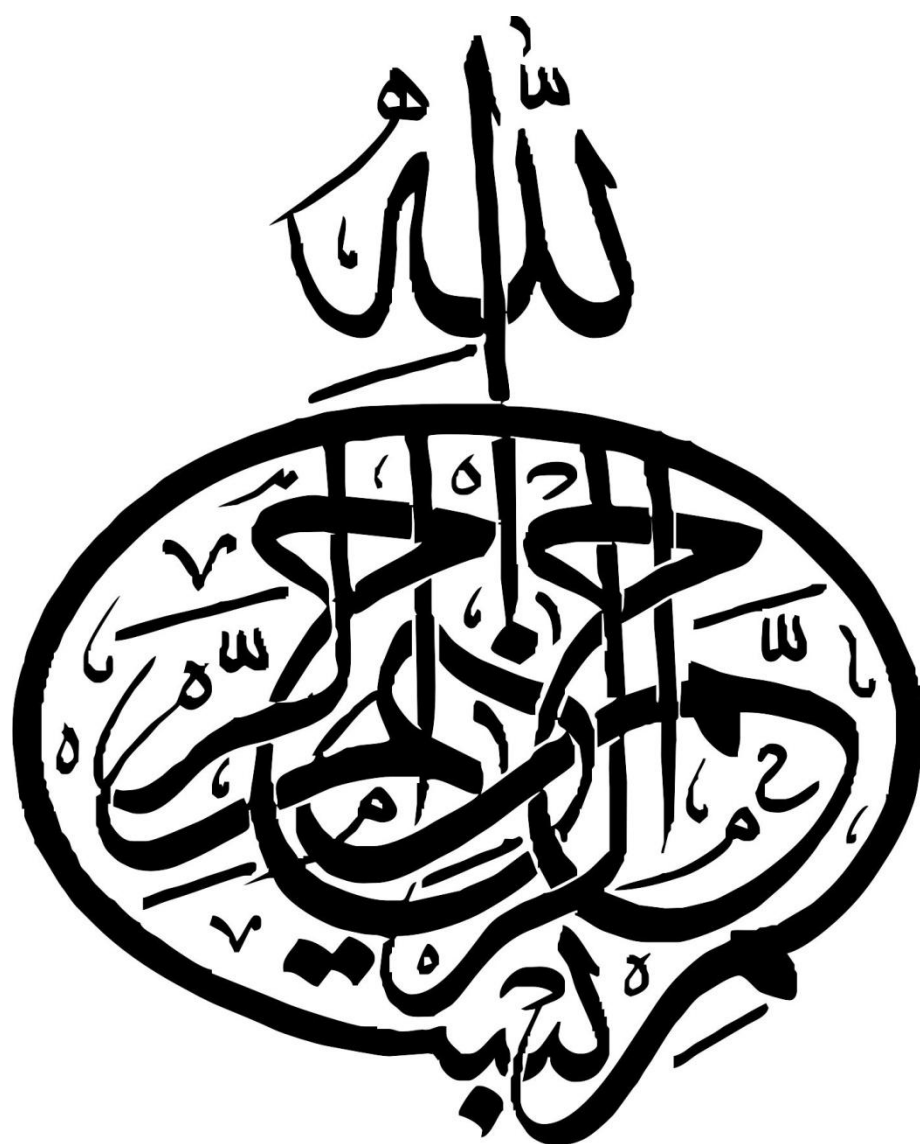
دکتر منوچهر قلی پور

اساتید مشاور:

دکتر ناصر فرخی

دکتر حمید عباس دخت

شهریورماه ۱۳۹۱



تقدیم به:

مکمل روح و روان، همسر مهربانم
که چون ستونی استوار یگانه تکیه گاه محنتی فردایم است

و

گلهای زندگی ام، نسرين و امير علي
به پاس صبوري و محکم های بی دریغشان

تشکر و قدردانی:

سپاس خداوند یکتا را که بندگان شکر نعمتش را بجای نتوانند آورد. اکنون که به لطف خداوند متعال توانستم پژوهش حاضر را به سرانجام برسانم، بر خود لازم می دانم که از راهنمایی ها و مساعدت های اساتید، دوستان و سروران گرامی که بند ه را در طول این دوره به هر نحوی در انجام این کار یاری نموده اند، تشکر و قدردانی نمایم.

از اساتید راهنمای بزرگوارم آقای دکتر منوچهر قلی پور و دکتر مجتبی ممرآبادی که در انجام این تحقیق مرا یاری نمودند و از راهنمایی های ارزشمند آنها بهره برده و درس های فراوانی گرفتم صمیمانه متشکرم. از اساتید ارجمندم آقای دکتر حمید عباس دخت و دکتر ناصر فرخی که مشاوره پایان نامه را برعهده داشتند، بخاطر راهنمایی های ارزشمند آنها صمیمانه متشکرم. از اساتید بزرگوار گروه و سایر دوستان که هر کدام به نحوی در انجام این تحقیق مرا یاری نمودند صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم.

از بزرگترین هدیه های آسمانی خداوند، پدر، مادر، خواهران و برادران عزیزم بخاطر محبت های وصف ناپذیر و فراوانشان که همیشه شامل حالم بوده و از همسر عزیز و فرزندانم، بخاطر زحمات و صبر و شکیبایی ایشان بوده که توانستم این دوره را به اتمام برسانم، نهایت تشکر و قدر دانی را داشته و همواره سپاسگزارشان خواهم بود و عزت و سربلندی برایشان آرزومندم.

حسین میرزائی

شهریورماه ۱۳۹۱

تعهد نامه

اینجانب حسین میرزایی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **اگرو اکولوژی** دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی **شاهرود** نویسنده پایان نامه اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر عملکرد سیب زمینی تحت راهنمایی آقای دکتر **منوچهر قلی پور**، آقای دکتر مجتبی ممرآبادی و مشاوره آقای دکتر حمید عباس دخت و آقای دکتر ناصر فرخی 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 تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
 - در کلیه مراحل انجام پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
 - در کلیه مراحل انجام 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

درچند دهه‌ی اخیر مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی، کاهش میزان حاصلخیزی خاکها، مسمومیت انسان، دام و آبزیان، از بین رفتن حشرات مفید و میکروفلور خاک گردیده است. کشاورزی پایدار برپایه مصرف کودهای زیستی با هدف حذف یا تقلیل چشمگیر در مصرف نهاده های شیمیایی، یک راه حل مطلوب جهت غلبه بر این مشکلات به شمار می‌آید. کودهای زیستی حاوی مواد نگهدارنده ای با جمعیت متراکم یک یا چند نوع ارگانسیم مفید خاکزی و یا به صورت فراورده متابولیک این موجودات می باشند، که به منظور بهبود حاصلخیزی خاک و عرضه مناسب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در یک سیستم کشاورزی پایدار بکار می روند. در جامعه کنونی، روزانه حجم عظیمی از ضایعات آلی وارد محیط زیست می گردد. دفن یا سوزاندن این ضایعات علاوه بر آلودگی های زیست محیطی ضربه های جبران ناپذیری به اقتصاد هر جامعه وارد می کند. با ابداع راهکارهای مناسب جهت استفاده بهینه از این ضایعات آلی، می توان مجددا آنها را وارد چرخه تولید کرده و از پتانسیل های موجود در آنها استفاده کرد. یکی از راهکارهای موثر استفاده مجدد از ضایعات در کشاورزی، تبدیل آنها به کمپوست و ورمی کمپوست است. به همین منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد که تیمارها شامل چهار سطح اسید هیومیک (صفر (شاهد)، ۷۰۰، ۱۴۰۰، ۲۱۰۰ میلی لیتر در هکتار) و سه سطح ورمی کمپوست (صفر (شاهد)، ۴ و ۸ تن در هکتار) بود. نتایج حاصل از تحلیل واریانس نشان داد که این دو ماده آلی دارای اثرات ساده بر عملکرد و برخی از اجزای عملکرد سیب زمینی (رقم آگریا) هستند. به طوری که اثرات این دو ماده بر تعداد غده در بوته، ارتفاع ساقه، وزن خشک غده، عملکرد بیولوژیک و عملکرد غده از نظر آماری معنادار شد. کاربرد ۴ و ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار توانست عملکرد را به ترتیب ۹/۸ تن و ۲۳/۹ تن نسبت به حالت عدم استفاده از این کود افزایش دهد. همچنین محلول پاشی با ۷۰۰، ۱۴۰۰، ۲۱۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک عملکرد را به ترتیب ۵/۶، ۱۱/۸، ۱۹/۴ تن نسبت به شاهد افزایش داد.

کلمات کلیدی : اسید هیومیک، ورمی کمپوست، سیب زمینی، عملکرد.

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- ارزش دارویی سیب زمینی ۳

فصل دوم: بررسی منابع

۱-۲- تاثیر عوامل محیطی بر رشد سیب زمینی ۵

۱-۱-۲- دما ۵

۱-۲-۲- نور ۶

۱-۲-۳- رطوبت ۶

۱-۲-۴- خاک ۷

۲-۲- گیاه شناسی سیب زمینی ۸

۱-۲-۲- گل ۸

۲-۲-۲- میوه ۸

۲-۲-۳- ساقه ۹

۲-۲-۴- ریشه ۹

۲-۲-۵- غده ۹

۲-۲-۶- پوست ۱۰

- ۳-۲- کشت مخلوط و سیب زمینی ۱۱
- ۴-۲- شرایط خاص موثر بر عملکرد و کیفیت ۱۱
- ۱-۴-۲- تگرگ و یخبندان شبانه ۱۱
- ۲-۴-۲- دمای زیاد ۱۲
- ۱-۲-۴-۲- رشد ثانویه ۱۲
- ۲-۲-۴-۲- لکه قهوه ای داخلی ۱۲
- ۳-۲-۴-۲- سیاه شدن بخش داخلی غده ۱۳
- ۵-۲- ارقام سیب زمینی ۱۳
- ۱-۵-۲- ارقام سیب زمینی ایرانی ۱۴
- ۲-۵-۲- ارقام جهانی سیب زمینی ۱۴
- ۳-۵-۲- خصوصیات رقم اگر یا ۱۴
- ۶-۲- اهمیت مواد آلی در کشاورزی ۱۴
- ۷-۲- اثر مواد آلی بر کیفیت فیزیکی خاک ۱۶
- ۸-۲- اثر مواد آلی در رها سازی عناصر ریزمغذی ۱۶
- ۹-۲- اثر مواد آلی بر خصوصیات بیولوژیکی خاک ۱۷
- ۱۰-۲- رابطه مواد آلی و قارچ های میکوریزا (VAM) ۱۸
- ۱۱-۲- مصرف توأم کودهای آلی و شیمیایی ۱۹
- ۱۲-۲- مصرف مداوم کود های آلی و شوری خاک ۲۰

- ۲-۱۳-۱- ورمی کمپوست ۲۱
- ۲-۱۳-۱- فن آوری تولید ورمی کمپوست ۲۲
- ۲-۱۳-۲- چرا باید ورمی کمپوست مصرف کرد؟ ۲۳
- ۲-۱۳-۳- ترکیبات شیمیایی ورمی کمپوست ۲۴
- ۲-۱۳-۴- اهمیت ورمی کمپوست ۲۴
- ۲-۱۳-۵- مقایسه کمپوست و ورمی کمپوست ۲۵
- ۲-۱۳-۶- پساب ورمی کمپوست ۲۶
- ۲-۱۳-۷- جنبه های اقتصادی ورمی کمپوست ۲۷
- ۲-۱۳-۸- تنوع زیستی در ورمی کمپوست ۲۷
- ۲-۱۳-۹- رابطه مصرف مواد آلی (ورمی کمپوست) و کاهش بیماری های گیاهی ۲۸
- ۲-۱۳-۱۰- مصرف ورمی کمپوست و کاهش اثرات باقی مانده سموم در خاک ۳۰
- ۲-۱۳-۱۱- مصرف ورمی کمپوست و اثرات آن بر رشد رویشی، زایشی و عملکرد گیاهان. ۳۱
- ۲-۱۳-۱۱-۱۱ - ۱ - مصرف ورمی کمپوست در سیب زمینی ۳۳
- ۲-۱۴-۱ - اسید هیومیک ۳۴
- ۲-۱۴-۱ - خصوصیات مواد هیومیکی ۳۵
- ۲-۱۴-۲ - پایداری هوموس ۳۶
- ۲-۱۴-۳ - اتصال مواد هوموسی به اجزای معدنی خاک ۳۷

۱۴-۲ - ۴- تجزیه ذرات اسید هیومیک ۳۹

۱۴-۲ - ۵- میزان مصرف مواد اسیدهای هیومیک ۳۹

۱۴-۲ - ۶- مزایای اسیدهای هیومیک ۳۹

۱۴-۲ - ۷- روش استفاده اسیدهای هیومیک و فولویک ۴۱

۱۴-۲ - ۸- مصرف اسید هیومیک و رابطه آن با کاهش بیماری ها و تجزیه بقایای علف کشها ۴۱

۱۴-۲ - ۹- تغذیه گیاهان از طریق محلول پاشی ۴۲

۱۴-۲ - ۹ - ۱- محاسن تغذیه برگگی ۴۳

۱۴-۲ - ۱۵- مصرف اسید هیومیک در سیب زمینی ۴۳

۱۴-۲ - ۱۵- ۱- تاثیر مصرف اسید هیومیک در سایر گیاهان زراعی ۴۴

..... فصل سوم: مواد روش ها

۳-۱- مشخصات محل آزمایش ۴۶

۳-۲- نزولات آسمانی محل اجرای آزمایش ۴۶

۳-۳- مشخصات خاک محل اجرای طرح ۴۷

۳-۴- مشخصات طرح آزمایشی و تیمارها ۴۷

۳-۵- آماده سازی زمین ۴۷

۳-۶- عملیات کاشت غده های سیب زمینی ۴۸

۳-۷- تاریخ ونحوه کاشت ۴۸

۳-۸- آبیاری ۴۸

۴۸ ۳-۹- عملیات داشت

۴۹ ۳-۱۰- نمونه برداری

۴۹ ۳-۱۰-۱- اندازه گیری سطح برگ (LAI)

۴۹ ۳-۱۰-۲- اندازه گیری وزن خشک

..... فصل چهارم نتایج بحث

۵۱ ۴-۱- تاثير سطوح مختلف اسيد هيوميك و ورمي كمپوست بر ارتفاع بوته

۵۳ ۴-۲- تاثير سطوح مختلف اسيد هيوميك و ورمي كمپوست بر عملکرد غده

۵۶ ۴-۳- تاثير سطوح مختلف اسيد هيوميك و ورمي كمپوست بر تعداد غده در بوته

۵۹ ۴-۴- تاثير سطوح مختلف اسيد هيوميك و ورمي كمپوست بر وزن خشك غده

۶۱ ۴-۵- تاثير سطوح مختلف اسيد هيوميك و ورمي كمپوست بر زيست توده هوايي

۶۳ ۴-۶- تاثير سطوح مختلف اسيد هيوميك و ورمي كمپوست بر عملکرد بيولوژيك

۶۶ ۴-۷- تاثير سطوح مختلف اسيد هيوميك و ورمي كمپوست بر شاخص برداشت

۶۸ ۴-۸- تسهيم بيوماس به ساقه و برگ

۸۳ ۴-۹- رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهاي رشد در تيمارهاي مختلف

۹۰ ۴-۱۰- رابطه مصرف ورمي كمپوست و تعداد روزهاي رشد با شاخص سطح برگ

۹۲ ۴-۱۱- رابطه مصرف اسيد هيوميك و تعداد روزهاي رشد با شاخص سطح برگ

۹۳ ۴-۱۲- رابطه شاخص سطح برگ حداكثر با تعداد غده در بوته و عملکرد آن

۹۵ ۴-۱۳- نتيجه گيري

۹۶..... ۱۴-۴- پیشنهادات

۹۷..... منابع و مآخذ

فهرست شکل ها

صفحه

عنوان

شکل ۱-۴	مقایسه میانگین عملکرد غده در سطوح مختلف اسید هیومیک	۵۵
شکل ۲-۴	مقایسه میانگین عملکرد غده در سطوح مختلف ورمی کمپوست	۵۶
شکل ۳-۴	رابطه تعداد غده در بوته با عملکرد	۵۸
شکل ۴-۴	مقایسه میانگین وزن خشک غده در سطوح مختلف اسید هیومیک	۶۰
شکل ۵-۴	مقایسه میانگین وزن خشک غده در سطوح مختلف ورمی کمپوست	۶۱
شکل ۶-۴	مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف اسید هیومیک	۶۵
شکل ۷-۴	مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف ورمی کمپوست	۶۵
شکل ۸-۴	مقایسه میانگین شاخص برداشت در سطوح مختلف اسید هیومیک	۶۷
شکل ۹-۴	مقایسه میانگین شاخص برداشت در سطوح مختلف ورمی کمپوست	۶۷
شکل ۱۰-۴	رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط عدم استفاده از ورمی کمپوست و اسید هیومیک	۶۹
شکل ۱۱-۴	رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط عدم استفاده از ورمی کمپوست و اسید هیومیک	۶۹
شکل ۱۲-۴	رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط عدم استفاده از اسید هیومیک و کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار	۷۰

- شکل ۴-۱۳ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط عدم استفاده از اسید هیومیک و کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار..... ۷۰
- شکل ۴-۱۴ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط عدم استفاده از اسید هیومیک و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار..... ۷۱
- شکل ۴-۱۵ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط عدم استفاده از اسید هیومیک و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار..... ۷۱
- شکل ۴-۱۶ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۷۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و عدم کاربرد ورمی کمپوست..... ۷۲
- شکل ۴-۱۷ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۷۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و عدم کاربرد ورمی کمپوست ۷۲
- شکل ۴-۱۸ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۷۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار..... ۷۳
- شکل ۴-۱۹ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۷۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار..... ۷۳
- شکل ۴-۲۰ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۷۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار..... ۷۴
- شکل ۴-۲۱ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۷۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار..... ۷۴
- شکل ۴-۲۲ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۱۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و عدم کاربرد ورمی کمپوست..... ۷۵
- شکل ۴-۲۳ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۱۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و عدم کاربرد ورمی کمپوست..... ۷۵

- شکل ۴-۲۴ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۱۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار.....۷۶
- شکل ۴-۲۵ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۱۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار.....۷۶
- شکل ۴-۲۶ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۱۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار.....۷۷
- شکل ۴-۲۷ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۱۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار.....۷۷
- شکل ۴-۲۸ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۲۱۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و عدم کاربرد ورمی کمپوست.....۷۸
- شکل ۴-۲۹ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۲۱۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و عدم کاربرد ورمی کمپوست.....۷۸
- شکل ۴-۳۰ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۲۱۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار.....۷۹
- شکل ۴-۳۱ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۲۱۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار.....۷۹
- شکل ۴-۳۲ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۲۱۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار.....۸۰
- شکل ۴-۳۳ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۲۱۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار.....۸۰
- شکل ۴-۳۴ ضریب اختصاص بیوماس به برگ (پر برگی) در ترکیبات تیماری اسیدهیومیک و ورمی کمپوست.....۸۱
- شکل ۴-۳۵ رابطه ضریب اختصاص یافته به برگ و عملکرد اقتصادی.....۸۳

- شکل ۴-۳۶ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار h1v1.....۸۴
- شکل ۴-۳۷ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار h2v1.....۸۵
- شکل ۴-۳۸ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار h3v1.....۸۵
- شکل ۴-۳۹ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار h4v1.....۸۶
- شکل ۴-۴۰ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار h1v2.....۸۶
- شکل ۴-۴۱ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار h2v2.....۸۷
- شکل ۴-۴۲ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار h3v2.....۸۷
- شکل ۴-۴۳ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار h4v2.....۸۸
- شکل ۴-۴۴ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار h1v3.....۸۸
- شکل ۴-۴۵ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار h2v3.....۸۹
- شکل ۴-۴۶ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار h3v3.....۸۹
- شکل ۴-۴۷ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار h4v3.....۹۰
- شکل ۴-۴۸ رابطه تعداد روزهای رشد با شاخص سطح برگ در سطوح مختلف ورمی کمپوست.....۹۱
- شکل ۴-۴۹ رابطه تعداد روزهای رشد با شاخص سطح برگ در سطوح مختلف اسید هیومیک.....۹۲
- شکل ۴-۵۰ رابطه شاخص سطح برگ حداکثر با تعداد غده در هر بوته.....۹۳
- شکل ۴-۵۱ رابطه شاخص سطح برگ حداکثر با عملکرد غده.....۹۴

فهرست جدول ها

جدول ۱-۲- ارتباط درجه شوری آب (دسی زیمنس بر متر) بر کاهش عملکرد سیب زمینی.....	۷
جدول ۱-۳- دمای کمینه و بیشینه، میزان بارندگی، تعداد ساعات آفتابی و درصد رطوبت نسبی محل آزمایش.....	۴۶
جدول ۲-۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای طرح.....	۴۷
جدول ۳-۳- مشخصات طرح آزمایش.....	۴۷
جدول ۱-۴- تجزیه واریانس میانگین مربعات ارتفاع بوته (سانتیمتر).....	۵۲
جدول ۲-۴- مقایسه میانگین ارتفاع بوته در سطوح مختلف اسید هیومیک.....	۵۲
جدول ۳-۴- مقایسه میانگین ارتفاع بوته در سطوح مختلف ورمی کمپوست.....	۵۲
جدول ۴-۴- تجزیه واریانس میانگین اثرات اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر عملکرد غده.....	۵۵
جدول ۵-۴- تجزیه واریانس میانگین اثرات اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر تعداد غده در بوته.....	۵۷
جدول ۶-۴- مقایسه میانگین تعداد غده در بوته در سطوح مختلف اسید هیومیک.....	۵۸
جدول ۷-۴- مقایسه میانگین تعداد غده در بوته در سطوح مختلف ورمی کمپوست.....	۵۸
جدول ۸-۴- تجزیه واریانس میانگین اثرات اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر وزن خشک غده.....	۶۰
جدول ۹-۴- تجزیه واریانس میانگین اثرات اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر زیست توده هوایی.....	۶۲
جدول ۱۰-۴- مقایسه میانگین مربعات زیست توده هوایی در سطوح مختلف اسید هیومیک.....	۶۳
جدول ۱۱-۴- مقایسه میانگین مربعات زیست توده هوایی در سطوح مختلف ورمی کمپوست.....	۶۳
جدول ۱۲-۴- تجزیه واریانس میانگین اثرات اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر عملکرد بیولوژیک.....	۶۴

جدول ۴-۱۳ تجزیه واریانس میانگین مربعات اثرات اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر برداشت.....۶۶

جدول ۴-۱۴ ضریب تخصیص بیوماس تولیدی به ساقه و برگ انحراف استاندارد آن برای سطوح

تیمارهای مورد آزمایش.....۸۲

۱-۱ - مقدمه

کشت سیب زمینی و استفاده از آن به وسیله بشر سابقه طولانی دارد. در ابتدا سیب زمینی به عنوان یک گیاه دارویی مورد استفاده قرار می گرفته است. سیب زمینی گیاه بومی آمریکای جنوبی می باشد. به احتمال زیاد کشور پرو اولین مکانی بوده که کاشت سیب زمینی از آنجا گزارش شده است (دانشور، ۱۳۷۹). تحقیقات انجام گرفته نشان می دهد «اینکاه» که در ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در سرزمین پرو تمدن درخشانی داشتند، آن را کشت و مورد استفاده غذایی قرار می دادند (اسپلیسوسر^۱، ۱۹۹۰). برای اولین بار در قرن شانزدهم (سال ۱۵۶۵ میلادی)، توسط کاشفین اسپانیولی به اروپا وارد گردید و در قرن هجدهم و نوزدهم میلادی در کشورهای مختلف اروپائی، سیب زمینی به طور گسترده ای برای تولید پوره مورد استفاده قرار گرفت. این محصول جای خود را در میان سایر محصولات پیدا کرده است و امروزه در تغذیه مردم این کشورها ارزش حیاتی دارد (پوریای ولی، ۱۳۸۹). سابقه کشت سیب زمینی در ایران به حدود ۲۰۰ سال قبل در منطقه فریدن اصفهان بر می گردد که کشت آن به صورت سنتی صورت می گرفت و عملکرد آن به طور متوسط حدود ۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار بوده است (پوریای ولی، ۱۳۸۹).

امروزه سیب زمینی در هر نقطه از کره زمین که آب و هوا برای آن مساعد باشد، کشت می گردد. سیب زمینی به عنوان یکی از مهمترین محصولات غذایی در دنیا شاخص گردیده است. (اسپلیسوسر، ۱۹۹۰) هم اکنون سیب زمینی در کشورهای زیادی که حتی دارای اقلیم گرم و خشک هستند وارد شده و در مناطقی چون آفریقای شمالی، دشتهای هندوستان، بنگلادش، پاکستان، آمریکای جنوبی، چین، آرژانتین، اروگوئه و دشتهای ساحلی پرو گسترش یافته است (مبلی و همکاران، ۱۳۸۸).

در جهان و در کشور ما سیب زمینی یکی از محصولات زراعی اساسی به شمار می رود و هم اکنون یکی از مهمترین مواد غذایی مردم کشور ایران است و بعد از غلات نیاز کشور به این محصول اساسی در درجه دوم اهمیت قرار دارد (مبلی و همکاران، ۱۳۸۸). در بعضی از کشورها سیب زمینی مانند برنج به عنوان یک جزء اصلی غذایی در رژیم غذایی به کار می رود. در این کشورها از این محصول به عنوان منبع اصلی تامین کننده انرژی استفاده فراوانی می شود، زیرا سیب زمینی یک محصول غذایی پر کالری می باشد. در سیب زمینی مقدار زیادی کربوهیدرات وجود دارد که در بدن به چربی تبدیل می گردد (دانشور، ۱۳۷۹).

¹ - Splittstoesser

یکی از اهداف مهم دولت ها در مقابله با گرسنگی بالا بردن سطح تغذیه می باشد. در بین محصولات مختلف تامین کننده منابع غذایی انسان ۱۵ محصول وجود دارد که ۹۰ درصد نیازمندی های غذایی مردم جهان را تامین می کند. یکی از این ۱۵ محصول سیب زمینی می باشد (میر کمالی و همکاران، ۱۳۸۳). سیب زمینی از نظر توازن پروتئین در غده ها، دارا بودن اسید های آمینه مهم سازنده پروتئین، ویتامین ها و مواد معدنی در تغذیه انسان دارای اهمیت ویژه می باشد به گونه ای که از نظر سطح زیر کشت و تولید در دنیا بعد از گندم، برنج و ذرت در مقام چهارم قرار دارد (خدادادی و مسیحا، ۱۳۷۵). این محصول در حدود ۱۴۰ کشور کشت می شود که بیش از ۱۰۰ کشور آن در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری واقع شده اند، اما هنوز بیشترین تولید در مناطق معتدله در کشور های صنعتی متمرکز است (رضایی و سلطانی، ۱۳۸۳). سیب زمینی در ایران به عنوان یکی از محصولات مهم زراعی جهت بهبود وضعیت تغذیه مطرح می باشد.

بر اساس آمار منتشره دفتر آمار وزارت جهاد کشاورزی (www.maj.ir) سطح زیر کشت سیب زمینی در سال ۱۳۹۰ مقدار ۱۴۶۳۰۳ هکتار با تولید کل ۴۲۷۴۴۹ تن و میانگین عملکرد مزارع آبی ۲۹۴۴۵ کیلو گرم در هکتار و میانگین عملکرد مزارع دیم ۹۵۱۱ کیلو گرم در هکتار گزارش شده است. در ایران سیب زمینی در بین مردم از اهمیت خاصی برخوردار است. شاید کمتر خانواده ایی است که روزانه سیب زمینی را در برنامه غذایی خود قرار ندهد (اورت، ۱۹۸۴). در ۱۰۰ گرم سیب زمینی ترکیبات زیر وجود دارد: آب ۷۵ درصد، کربوهیدرات ۲۲ درصد، پروتئین ۱/۵ درصد، چربی ۱ درصد، مواد کانی ۰/۶ درصد، فیبر ۰/۴ درصد، ویتامین های مختلف از قبیل A، دسته B، نیاسین، اسید پانتوتنیک، اسید فولیک، بیوتن و C. که میزان ویتامین های A و C بیشتر از سایر ویتامین های آن می باشد. همچنین ترکیباتی مانند پتاسیم، فسفر، کلسیم، منگنز، مس و آهن و مقدار کمی هم از عناصر روی، نیکل، کادمیوم و سرب. مقدار پتاسیم سیب زمین خیلی زیاد است ولی مقدار کمی سدیم دارد (دانشور، ۱۳۷۹).

از نظر اهمیت غذایی سیب زمینی نسبت به غلات، مواد غذایی و انرژی بیشتری در واحد سطح تولید می کند، زیرا عملکرد متوسط گندم ۴ تن در هکتار و سیب زمینی ۲۵ تن در هکتار است و با توجه به این که ۷۵ درصد وزن سیب زمینی را آب و فقط ۲۵ درصد آن را ماده خشک تشکیل می دهد، باز هم ۶/۲۵ تن مواد غذایی خشک در هکتار را تولید می کند که حدود ۵۰ درصد بیشتر از عملکرد گندم است. با توجه به این که ۲/۲ درصد ترکیبات غده سیب زمینی را پروتئین و نزدیک ۲۰ درصد آن را ماده قندی تشکیل می دهد، بنابراین از یک هکتار با تولید حداقل ۲۵ تن سیب زمینی، ۵۵۰ کیلو گرم پروتئین و بالغ بر ۸۰ هزار مگاژول انرژی تولید می شود که این مقدار در مقایسه با

گندم و برنج خیلی بیشتر است (مبلی و همکاران، ۱۳۸۸). مصرف سیب زمینی در نقاط مختلف و بر اساس ذائقه مصرف کنندگان متفاوت است. سیب زمینی به صورت پخته شده در تهیه غذاهای مختلف مصرف می شود. آن را سرخ کرده به تنهایی یا همراه با غذاهای دیگر مورد استفاده قرار می دهند. در اروپا و آمریکا از غده های سیب زمینی فرآورده های زیادی تهیه می کنند. بعضی از آنها عبارتند از : ورقه های سرخ شده یا «کریسپ»^۲ که به آن «چیپس»^۳ هم می گویند، خلال سیب زمینی سرخ شده یا «فرنچ فریز»^۴، «پوتیتو پوفز»^۵ که همه آنها به صورت تنقلات در طول روز مورد استفاده اقشار مختلف مردم قرار می گیرد (فلاحی، ۱۳۷۶). سایر فرآورده های سیب زمینی شامل «برش سیب زمینی»^۶، «سیب زمینی حبه»^۷، «گریت سیب زمینی»^۸، «پوره سیب زمینی»^۹ و «پودینگ میوه ای سیب زمینی»^{۱۰}، «سیب زمینی گرانوله شده»، «آرد سیب زمینی»، «اسپاگتی سیب زمینی» و صدها فرآورده دیگر (دانشور، ۱۳۷۹).

۲-۱- ارزش دارویی سیب زمینی

در گیاه سیب زمینی یک آلكالوئید سمی شدید به نام سولانین موجود است و فقط غده رسیده آن خوردنی است. برگ و گل و میوه سیب زمینی سمی است و با خوردن آن مسمومیت ایجاد می شود. مقدار سولانین موجود در غده آن خیلی کم است و از ۰/۰۱ درصد نیز خیلی کمتر است ولی در اثر نگه داری نادرست غده و قرار گرفتن آن در معرض نور غده ها به رنگ سبز در آمده و مقدار سولانین آنها ۴ الی ۵ برابر زیادتر می شود. در این حالت خوردن غده سیب زمینی مسمومیت ایجاد می کند که عوارض آن : سردرد، تهوع، سر گیجه، ضعف و آغاز ضربان نبض می باشد که باید برای خنثی کردن مسمومیت فوراً به پزشک مراجعه نمود. از اعضای سبز سیب زمینی از جمله برگ و ساقه آن که سولانین دارد و اثر آن تخدیر کننده است در استعمال خارجی برای تسکین دردهای رماتیسمی و عصبی استفاده می شود.

²- Crisp

³- Chips

⁴- French Fries

⁵- Potato Pofs

⁶- Dehydrated Sliced Potatoes

⁷- Diced Potato

⁸-Potato grit

⁹-Potato paste

¹⁰- Potato Odumpling

ازغده سیب زمینی که دارای مقداری ویتامین C است (حدود ۲ میلی گرم در ۱۰۰ گرم) می توان برای مقابله با بیماری اسکوربوت استفاده کرد. سیب زمینی نارس دارای ویتامین C بیشتری است. سیب زمینی خام تازه رنده شده را معمولاً به عنوان ضماد برای تسکین سوختگی های سطحی بدن بکار می برند. اگر سیب زمینی را با گیاهان لعاب دار بپزند و ضماد درست کنند برای تسکین ورم های حاد و کوبیدگی و ضرب خوردگی مفید است و اثر آرام بخش دارد (میرحیدر، ۱۳۸۱). تحقیقات علمی نشان می دهد که سیب زمینی دارای پتانسیل ضد سرطان و ضد ویروس است. سیب زمینی سفید به خصوص در حالت خام دارای مقادیر قابل توجهی از مهار کننده عوامل سرطان زا و برخی ویروس ها است. ترکیبات شیمیایی موجود در سیب زمینی در متوقف کردن فعالیت ویروس ها حتی از مهار کننده های موجود در دانه سویا که از نیرومند ترین عوامل ضد ویروسی می باشد نیز مقتدرتر است. سیب زمینی به خصوص پوست آن منبع بسیار غنی از مواد کلروژنیک اسید و پلی فنل است. این دو ماده از موادی هستند که در جلوگیری از موتاسیون های سلولی که به ایجاد سرطان ختم می شود بسیار نیرومند و موثر هستند.

در آزمایش هایی که در سال ۱۹۶۰ توسط محققان در دانشگاه ایالتی فلوریدا انجام شد نشان داده شد که پوست سیب زمینی دارای فعالیت ضد اکسید کننده می باشد. معنی آن این است که می تواند از فعالیت رادیکال های آزاد در بدن که از عوامل مخرب و آسیب زای سلولی بوده و اختلالات سلولی منجر به سرطان ایجاد می کنند، جلوگیری نمایند. البته باید توجه داشت که مصرف سیب زمینی به علت دارا بودن گلیسمیک انیدکس مقدار قند خون را به سرعت بالا برده و برای اشخاص مبتلا به بیماری قند مفید نیست و باید توسط کارشناس گیاه درمانی و پزشک متخصص مصرف گردد.

۲-۱- تأثیر عوامل محیطی بر رشد سیب زمینی

بررسی پژوهش های انجام گرفته حاکی از آن است که رشد جوانه سیب زمینی در بستر خاک و نهایتاً رشد ساقه آن تحت تاثیر عواملی چند قرار می گیرد که در این بین عوامل تغذیه ای و محیطی در اولویت می باشند و عوامل دیگر از قبیل اندازه غده کاشته شده و شرایط نگهداری غده بذری در مراحل بعدی تا حدود زیادی رشد ساقه و استولن دهی را در سیب زمینی تحت تاثیر قرار می دهند (بورک، ۱۹۹۷).

۲-۱-۱- دما

سیب زمینی یک گیاه معتدله است ولی تحت شرایط دمای بالای هوا و خاک رشد می کند، ولی رشد و عملکرد آن شدیداً دچار کاهش می شود. دمای بالای هوا و خاک در اوایل فصل رشد سبب تاخیر در سبز شدن و استقرار ضعیف گیاه می شود. میانگین دمای خاک بیشتر از ۲۵ درجه سانتی گراد سبز شدن را به تاخیر می اندازد، همچنین دمای بالای خاک در طول دوره حجیم شدن غده از تبدیل ساکارز به نشاسته در درون غده ها جلوگیری می کند. در سیب زمینی هایی که در نواحی گرم رشد می کنند پس از بسته شدن کانوپی کاهش سریعی در پوشش کانوپی اتفاق می افتد که این موضوع در اثر توقف تشکیل برگ های جدید و کوتاه بودن عمر برگ ها می باشد. در نتیجه فضاهای خالی ایجاد شده در کانوپی سیب زمینی نفوذ مستقیم تشعشعات خورشیدی و متعاقب آن خشک شدن سریعتر خاک و گرم شدن آن می شود. از آنجائیکه مرحله غده بندی سیب زمینی نیازمند محیطی خنک و مرطوب می باشد، هر گونه افزایش دمای خاک یا میکروکلیم اثر منفی بر عملکرد غده خواهد گذاشت (مارشور، ۱۹۹۹).

در آزمایشی ملاحظه شد که خنک شدن خاک و حفظ رطوبت در اثر تیمارهای مالچ منجر به بهبود سبز شدن، استقرار و عملکرد غده شد. اختلاف دمای شب و روز در تشکیل غده سیب زمینی نقش مهمی دارد، هرچه هوا در شب خنک تر (۱۲ درجه سانتی گراد) و روزها گرمتر (بالای ۲۰ درجه سانتی گراد) باشند، غده بندی سیب زمینی بهتر انجام می گیرد. به طور کلی سیب زمینی در اوایل رشد به روزهای آفتابی و طولانی نیاز دارد و این موقعی است که گیاه فقط رشد رویشی دارد و در اواخر دوره به روزهای کوتاه و شب های خنک جهت غده بندی نیاز دارد (باتوگال و خواجه، ۱۹۹۰).

۲-۱-۲- نور

انرژی تشعشعی عامل مهمی در رشد و تکامل گیاه است. کیفیت، شدت و مدت تابش نور مهم هست. برای رشد گیاه طیف کامل نور خورشید معمولاً بسیار مفید است، اما کیفیت نور نیز اثر دارد. با اینکه کیفیت و شدت نور ممکن است در مورد محصولات زراعی اهمیت محدودی داشته باشد، اما مدت تابش نور مهم است (ملکوتی و ریاضی همدانی، ۱۳۷۰). ثابت شده است که ایجاد سایه در طول دوره رشد غده سبب کوتاه شدن دوره خواب آن می شود (شاطریان و نیا منش، ۱۳۸۴). میزان دریافت نور توسط عوامل زیر تعیین می شود :

الف - تشعشع ورودی به زمین (شدت نور)

ب - مقدار سطح زمین که توسط شاخ و برگ سبز پوشیده شده است

ج - ساختار شاخ و برگ

می توان نور را در زیر کانوپی با استفاده از لوله های حاوی سلول های نوری و در بالای کانوپی با استفاده از پرومتر اندازه گیری کرد. در طول یک روز بلند بیش از یک روز کوتاه نور دریافت می شود. در نتیجه، تحت شرایط روز بلند ممکن است تولید روزانه بالاتر باشد. حداکثر نظری تولید پتנסیل روزانه غده در عرض جغرافیایی ۲۳ درجه شمالی و در ماه دسامبر (آذر) (مثلاً در بنگلادش) تقریباً نصف تولید روزانه در عرض جغرافیایی ۵۲ درجه شمالی و در ماه ژوئن (خرداد) (مثلاً در هلند) است (رضایی و سلطانی، ۱۳۸۳). دریافت نور نه تنها با درصد پوشش بلکه با شاخص سطح برگ نیز ارتباط دارد. در ژاپن تاگوچی و همکاران (۱۹۷۰) ملاحظه کردند که بالاترین عملکرد سیب زمینی در تشعشع خورشیدی ۲۰/۸ مگاژول در متر مربع در روز در شاخص سطح برگ ۳/۸ و در تشعشع ۱۵/۵ مگاژول در متر مربع در روز، شاخص سطح برگ ۱۲/۲ انجام می گیرد. بدین ترتیب در مناطقی که شدت نور زیاد است در مقایسه با مناطقی که شدت نور کم است به ساقه و برگ بیشتری نیاز هست.

۲-۱-۳- رطوبت

رشد گیاهان متناسب با مقدار آب موجود است. چون رشد در سطوح بسیار بالا یا پایین رطوبت خاک محدود می شود. آب برای ساختن کربوهیدرات ها، نگهداری آبپوشی پروتوپلاسم و به عنوان وسیله ای برای انتقال غذاها و عناصر کانی گیاه لازم است. تنش داخلی رطوبت باعث کاهش تقسیم

سلولی و رشد طولی سلول، و در نتیجه کاهش رشد می شود (ملکوتی و ریاضی همدانی، ۱۳۷۰). سیب زمینی از جمله گیاهان پر نیاز به آب، به شمار می آید به همین جهت کمبود آب به خصوص از مرحله گلدهی به بعد، می تواند از عوامل محدود کننده تولید باشد. در این خصوص کیفیت آب ونحوه آبیاری در مراحل مختلف رشد از عوامل مهم شمرده می شود. (برای آبیاری مزرعه سیب زمینی باید از آب شیرین^۱ استفاده کرد). این گیاه به شوری آب بسیار حساس است و آب شور بر حسب میزان شوری، عملکرد آن را کاهش می دهد. (پوریای ولی، ۱۳۸۹).

جدول ۲-۱- تاثیر منفی شوری آب بر حسب دسی زیمنس بر متر بر عملکرد سیب زمینی

درجه شوری آب	۱/۷	۳/۷	۵/۷	۷/۷	۹/۷
کاهش محصول	صفر	۲۵ درصد	۵۰ درصد	۷۵ درصد	۱۰۰ درصد

۲-۱-۴- خاک

ساختمان خاک، به خصوص خاک های دارای مقدار زیادی رس و سیلت، اثر بارزی بر رشد ریشه و تاج گیاه دارد. ساختمان خاک تا حد زیادی تعیین کننده وزن مخصوص ظاهری آن است. در نتیجه هرچه وزن مخصوص ظاهری بیشتر باشد خاک فشرده تر، ساختار آن نامرغوب تر و خلل و فرج آن کمتر است. این موضوع اغلب به صورت محدود شدن رشد گیاهان نمایان می شود. وزن مخصوص ظاهری زیاد، مانع سر از خاک بیرون آوردن جوانه ها می شود. در گوجه فرنگی هایی که در خاک های دارای وزن مخصوص ظاهری ۱/۴ تا ۱/۷ رشد می کنند، آنتوسیانین انباشته می شود و پروتئین این بوته ها زیاد و قند آن ها کم می شود. زیاد بودن وزن مخصوص ظاهری خاک سبب بیشتر شدن مقاومت مکانیکی خاک در برابر نفوذ ریشه می شود (ملکوتی و ریاضی همدانی، ۱۳۷۰). بعضی از بیماری های خاک زاد تحت تاثیر pH خاک هستند. بیماری جرب سیب زمینی و پوسیدگی سیاه ریشه توتون در شرایط خنثی تا قلیای خاک بیشتر رخ می دهد، اما هر دو بیماری را می توان، با پایین آوردن pH به ۵/۵ یا کمتر کنترل کرد (اعتباریان، ۱۳۸۷).

^۱ - EC کمتر از ۱/۷ دسی زیمنس بر متر

سیب زمینی در خاک های مختلف از شنی تا خاک های نسبتاً رسی - لومی رشد می کند. خاک های شنی به علت داشتن خلل و فرج فراوان و زهکشی مناسب برای کشت سیب زمینی بسیار مناسب هستند، به شرط آنکه با کودهای حیوانی و شیمیایی تقویت شوند. همچنین خاک های رسی و سنگین، چنانچه اصلاح شوند و به وسیله مواد آلی، سبک گردند، می توانند برای کشت سیب زمینی مناسب باشند. به طور کلی محل کشت سیب زمینی باید قوی، حاصلخیز، غنی از مواد آلی، دارای زهکشی مناسب و آفتاب گیر باشد. زمین های لوم شنی برای کشت آن مناسب هستند. pH مناسب سیب زمینی ۶ تا ۶/۵ است (دانشور، ۱۳۷۹).

۲-۲- گیاه شناسی سیب زمینی

سیب زمینی با نام علمی *Solanum tuberosum* متعلق به تیره بادمجانیان است، این تیره بیش از ۹۰ جنس و ۲۰۰۰ گونه دارد (دانشور، ۱۳۷۹). سیب زمینی گیاهی دو لپه، یک ساله و علفی بوده که دارای غده است. بخش های این گیاه عبارتند از (رضایی و سلطانی، ۱۳۸۳):

الف- شاخه، برگ، ساقه و میوه.

ب- غده و استولون

ج- ریشه

۲-۲-۱- گل

گل های بوته سیب زمینی از ۵ قسمت به رنگ های مختلف با خامه و کلالة ساده و تخمدان دو خانه ای تشکیل می شوند. گرده، با باد انتقال می یابد و خودگشنی به طور طبیعی، انجام می شود. دگرگشنی در این محصول نادر است و در صورت وقوع، به نظر میرسد حشرات در آن دخالت دارند (مبلی و همکاران، ۱۳۸۸).

۲-۲-۲- میوه

سیب زمینی دارای میوه سته است که به رنگ های سیاه و یا بنفش وجود دارد. بعضی از ارقام سیب زمینی تولید تعداد زیادی بذر می کند در حالی که تعدادی از آنها به ندرت تولید بذر می نمایند و

ارقامی از نظر تولید بذر حد متوسط هستند، از این رو بذور کمتر برای تکثیر سیب زمینی استفاده می شود، مگر برای کارهای تحقیقاتی و مسائل اصلاح گیاه (ادموند و همکاران، ۱۹۷۵).

۲-۲-۳ - ساقه

سیب زمینی دارای دونوع ساقه است : نوع اول ساقه های هوایی هستند که طول آنها ۶۰ تا ۱۵۰ سانتی متر می رسد. در ابتدا سبز بوده و ممکن است بر اثر پیری و تجمع ترکیباتی چون آنتوسیانین^۱ به رنگ های قرمز ویا بنفش در آیند. نوع دوم ساقه های زیر زمینی هستند که به آن دستگ یا استولن می گویند. ساقه های زیر زمینی از محل طوقه و یا از قسمت های مختلف ساقه های هوایی که در زمین قرار دارند، خارج می شوند، دارای انشعابات فراوانی هستند. تعداد این انشعابات در ابتدا کم بوده، ولی به تدریج بر تعداد آن ها افزوده می گردد. تعداد، طول و قطر استولن ها به عوامل زیادی بستگی دارد. شرایط آب و هوایی و رقم از این جمله عوامل هستند. طول استولن ها بین ۳۰ تا ۵۰ سانتی متر و قطر آن بین ۲ تا ۳ میلی متر متغیر است. انتهای استولن ها متورم شده و پر از اندوخته غذایی می شوند و غده های سیب زمینی را به وجود می آورند. البته تمام استولن ها تولید غده نمی نمایند (مبلی و همکاران، ۱۳۸۸).

۲-۲-۴ - ریشه

بوته های رشد یافته از بذرهای حقیقی، یک ریشه راست و باریک توسعه می دهند که از آن انشعابات جانبی به وجود می آیند. بوته های رشد یافته از غده در گره های ساقه زیرزمینی و استولن تولید ریشه های نابجا می کنند. در سیب زمینی ریشه ها کم عمق هستند. (۴۰ تا ۵۰ سانتی متر)، اما اگر لایه های غیر قابل نفوذ یا تغیر ناگهانی خاک از نوعی به نوع دیگر در پروفیل خاک وجود نداشته باشد، عمق ریشه ممکن است تا یک متر نیز برسد (رضایی و سلطانی، ۱۳۸۳).

۲-۲-۵ - غده

غده را می توان به عنوان بخشی از ساقه در نظر گرفت که برای ذخیره سازی مواد غذایی و تولید مثل سازش یافته است. گاهی در کنار برگ های ساقه غده های هوایی تشکیل می شود. این امر

^۱ - Anthocyanin

زمانی رخ می دهد که تولید مواد غذایی توسط شاخه و برگ ادامه داشته باشد، ولی انتقال فرآورده های آیسمیلاسیون به غده ها متوقف شده باشد. این توقف انتقال ممکن است در اثر صدمات مکانیکی یا هجوم قارچ ها به قسمت تحتانی ساقه ایجاد شود (رضایی و سلطانی، ۱۳۸۳). شکل غده های سیب زمینی ممکن است گرد، پهن، تخم مرغ شکل، هلالی کشیده، تخم مرغی کشیده، پهن و کشیده ضخیم باشند. همچنین گوشت سیب زمینی به رنگ های سفید یکنواخت، سفید کرمی، زرد، قرمز، قرمز قهوه ای و قرمز روشن دیده می شود. روی غده جوانه ها به وجود می آیند که اصطلاحاً به آنها «چشم»^۱ می گویند. در واقع هر چشم از سه جوانه تشکیل گردیده است که از برگ های فلس مانندی پوشیده شده است که به آنها «برو»^۲ می گویند. هر غده سیب زمینی دارای جوانه های جانبی و انتهایی است. جوانه های انتهایی غده سیب زمینی در نقطه مقابل جوانه ای قرار دارد که غده به ساقه زیر زمینی متصل است (دانشور، ۱۳۷۹).

۲-۲-۶- پوست

وقتی انتهای استولن به صورت غده شروع به تورم می کند (تشکیل غده)، پوست (پریدرم) توسعه می یابد. لایه سلولی که مستقیماً زیر اپیدرم است به کامبیوم چوب پنبه ساز (چوب پنبه زا) تغییر پیدا می کند. در قسمت خارجی، کامبیوم چوب پنبه ساز تولید سلول های چوب پنبه ای می کند. پریدرم یک غده بالغ از ۵ تا ۱۵ لایه سلولی تشکیل شده است. کامبیوم چوب پنبه سازو سلول های چوب پنبه ای با یکدیگر پریدرم نامیده می شوند. در غده های نارس، کامبیوم چوب پنبه ساز هنوز فعال است و سلول های کامبیوم، دیواره های نازک دارند می توان پوست را به راحتی از غده جدا کرد. در زمان بلوغ، کامبیوم چوب پنبه ساز فعالیت خود را متوقف ساخته، دیواره های سلولی آن و پوست غده ضخیم تر می شوند (رضایی و سلطانی، ۱۳۸۳).

پوست یک غده بالغ، کم و بیش به مواد شیمیایی، گازها و مایعات نفوذ پذیر بوده و غده را به خوبی در برابر میکروارگانیسم ها و تلفات آب محافظت می کند. عدسک به صورت یک سامانه ارتباطی بین داخل غده و محیط پیرامون آن عمل می کند. این اندامک ها برای تنفس غده ضروری هستند، زیرا عبور دی اکسید کربن، اکسیژن و آب از پوست به سختی صورت می گیرد. اگر غده ها در خاک خیلی مرطوب رشد کنند، عدسک ها باز شده و بسیار بزرگ می شوند، بدین ترتیب میکروارگانیسم های مضر به راحتی وارد غده می شوند. میکروارگانیسم ها حتی پس از ضدعفونی شدن غده در

^۱ Eye-
^۲ Eyebrows-

عدسک ها زنده می مانند. غده فاقد یک پوست به طور کامل توسعه یافته به سهولت آسیب می بیند و بخش اعظم رطوبت آن در طی دوره انبار داری تلف می شود. افزون بر این میکروارگانیسم ها می توانند به راحتی وارد چنین غده هایی شوند. وقتی غده ای آسیب می بیند یا آگاهانه بریده می شود، تشکیل لایه ای چوب پنبه ای به منظور محافظت بافت غده در برابر آلودگی و برای جلوگیری از تلفات رطوبت ضرورت دارد (مبلی و همکاران، ۱۳۸۸).

۲-۳- کشت مخلوط سیب زمینی با گیاهان دیگر

نتایج برخی مطالعات نشان داده است که کشت مخلوط سیب زمینی با یک گیاه سایه انداز مثل ذرت، راه کار زراعی مناسبی در ارتباط با تعدیل میکرو اقلیم سیب زمینی باشد (باتوگال و خواجه پور، ۱۹۹۰؛ میدمور، ۱۹۹۰) از طرفی از زمان کاشت تا بسته شدن کانوپی سیب زمینی، همواره مقادیری از تشعشعات خورشیدی به دلیل وجود فضاهای خالی در مزرعه، بدون استفاده باقی می ماند (هاریس، ۱۹۹۰). که سبب اتلاف رطوبت خاک و افزایش دمای آن می شود و اغلب اثرات منفی در رشد سیب زمینی بر جای می گذارد (باتوگال و خواجه پور، ۱۹۹۰). برخی مطالعات در این زمینه ثابت نموده اند که اگر یک گیاه سایه انداز مثل ذرت در قالب یک سیستم مناسب مخلوط با سیب زمینی رشد کند، ضمن تعدیل میکرو اقلیم سیب زمینی می تواند بخشی از تشعشعات تلف شده را نیز مورد استفاده قرار دهد (میدمور، ۱۹۹۰ به نقل از بالاک، ۲۰۰۵). گیاهان پوششی مثل جو و یا چاودار پاییزه را در داخل گیاه دیر کاشت سیب زمینی و قبل از برداشت آن می توان کشت کرد. گیاهان پوششی رشد اولیه خود را در داخل سیب زمینی شروع کرده و موقع برداشت سیب زمینی خسارتی نمی بینند. ردیف های کشت ذرت یا آفتابگردان در مزرعه سیب زمینی می تواند مانند بادشکن (جهت کاهش فرسایش بادی) عمل کند (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۴).

۲-۴- شرایط آب و هوایی خاص موثر بر عملکرد و کیفیت

۲-۴-۱- تگرگ و یخبندان شبانه

یخبندان شبانه و تگرگ هر دو بر عملکرد سیب زمینی اثر دارند. میزان کاهش عملکرد به شدت آسیب و مرحله ای از رشد که آسیب وارد آمده است، بستگی خواهد داشت. گیاهان جوان ممکن است پس از صدمه دیدن بهبود حاصل کنند ولی در گیاهان مسن تر بهبود حاصل نمی شود. وقوع آسیب بلافاصله بعد از گلدهی در مقایسه با وقوع آن قبل از گلدهی کاهش عملکرد بیشتری به

دنبال دارد. وقوع یخبندان شبانه در مراحل اولیه در مقایسه با مراحل بعد اثرات سوء کمتری دارد (رضایی و سلطانی، ۱۳۸۳).

۲-۴-۲- دمای زیاد

تأثیر دمای زیاد بر سبز شدن و فتوسنتز در مبحث اثرات محیطی شرح داده شد. رشد ثانویه، سیاه شدن بخش داخلی غده و کلروز شده نیز ناشی از دمای بالا می باشند.

۲-۴-۲-۱- رشد ثانویه

یکی از عوامل مهم بیماریزای سیب زمینی، بیماری فیزیولوژیک رشد ثانویه غده است. غده ثانویه نتیجه جوانه زدن در مزرعه یا انبار بدون وجود گیاهی جدید می باشد که کمبود کلسیم در ناحیه فراریشه و تغییرات رطوبتی و دمایی از جمله عوامل مهم عارضه فوق هستند (هوکر، ۱۹۹۰). آبیاری زیاد را عامل کاهش عملکرد و محدودیت نفوذ هوا به خاک می دانند که این موضوع سبب شسته شدن نیتروژن و مواد غذایی از محدوده ریشه نیز می شود. یکی از نتایج آبیاری سنگین افزایش رشد ثانویه می باشد (ونت زل، ۲۰۰۶). افزایش رطوبت و کاهش دمای خاک در بدو کاشت سرآغاز تولید غده ثانویه است (کینگ و همکاران، ۲۰۰۴). تغییرات رطوبتی خاک منطقه ریشه در زمان غده زایی را عامل مهم ایجاد رشد ثانویه غده می دانند. همچنین گفرات (۲۰۰۴) بالا بودن میانگین دمای منطقه ریشه در مرحله غده زایی را عامل رشد ثانویه غده دانسته است. وارتیه های مختلف در دماهای مختلف واکنشهای متفاوتی به این امر نشان می دهند.

خشکی نمی تواند به طور مستقیم رشد ثانویه را تحریک کند، ولی بیشتر از طریق غیر مستقیم اثر دارد، زیرا تحت شرایط خشک خاک، دمای برگ غالباً بالاتر بوده و جذب ازت مختل می شود. به محض اینکه رشد ثانویه القا شد، رشد غده های اولیه متوقف می شود، مواد پرورده تولید شده توسط شاخ و برگ در رشد غده های ثانویه مصرف می شود. اگر غده های اولیه و ثانویه به یکدیگر متصل باشند و شاخ و برگ گیاه از بین رفته باشد، ممکن است غده های ثانویه با استفاده از کربوهیدرات غده های اولیه به رشد خود ادامه دهند (رضایی و سلطانی، ۱۳۸۳).

۲-۴-۲-۲- لکه قهوه ای داخلی

دمای زیاد خاک مخصوصاً در خاک های شنی می تواند موجب قهوه ای شدن قسمت داخلی سیب زمینی شود. بعضی از واریته ها مثل آدران پیلوت به این اختلال حساس هستند و در مناطقی که شدت اختلال بیشتر است بهتر است از کشت واریته های حساس خودداری شود. لکه قهوه ای داخلی، لکه های قهوه ای نامنظم و خشک یا خالهای پراکنده در سراسر گوشت غده می باشد. عملیات زراعی خوب (آبیاری صحیح و پشته های بزرگ) شدت لکه های داخلی را کاهش می دهد (رضایی و سلطانی، ۱۳۸۳).

۲-۴-۳- سیاه شدن بخش داخلی غده

سیاه شدن بخش داخلی یک نابسامانی فیزیولوژیکی است که در غده هایی که در دمای زیاد مثلاً (۳۵ تا ۴۰ درجه سانتیگراد) نگهداری شده اند، توسعه می یابد. تنفس زیاد ممکن است به فقدان اکسیژن غده منتهی شود، که ممکن است در خلال دوره انبارداری و یا حمل و نقل رخ دهد. همچنین در غده هایی که در خلال برداشت در معرض آفتاب قرار می گیرند و یا زمانیکه دمای خاک در طول فصل رشد گیاه به مقدار زیادی افزایش یابد ملاحظه می شود.

۲-۵- ارقام سیب زمینی

ارقام سیب زمینی از لحاظ طول دوره ای که لازم است تا گیاه مراحل زندگی خود را کامل کند و غده های رسیده و بالغ تولید نماید از ۳ تا بیش از ۶ ماه نیاز دارد و به ۴ گروه زودرس، میان رس، دیر رس و کاملاً دیر رس تقسیم بندی می شود. در ارقام زودرس، غده سریعتر حجیم می گردد و محصول زودتر می رسد که برای کشت دوم در مناطق مستعد از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در خصوص کشت دوم به جهت برخورد نمودن با سرمای پاییزه می بایستی از ارقام زودرس تا حداکثر میان رس استفاده نمود تا گیاه بتواند در طول فصل رشد، عملکرد اقتصادی داشته باشد.

شرایط مختلف اکولوژیکی و زراعی اثرات متفاوتی بر طول دوره رسیدگی ارقام به جای می گذارد. به طور کلی روز بلند، دمای بالا، شدت کم نور، جوان بودن غده ها از نظر سن فیزیولوژیکی، تراکم کم بوته ها، مصرف زیاد ازت و وجود رطوبت زیاد موجب تاخیر در تشکیل غده ها و دیررس شدن محصول می شود (پوریای ولی، ۱۳۸۹). میزان مواد خشک و نشاسته ارقام زودرس سیب زمینی کم است، بنابراین بیشتر مصرف تازه خوری دارند. در صورتی که میزان نشاسته ارقام دیررس بیشتر

است و بیشتر برای محصولات تبدیلی مانند چیپس و سیب زمینی سرخ کرده استفاده می گردد. خاصیت انبارداری این نوع سیب زمینی خیلی زیاد است (فلاحی، ۱۳۷۶).

۲-۵-۱- ارقام سیب زمینی ایرانی

از ارقام ایرانی، می توان از سیب زمینی همدانی، اصفهانی، اسلامبولی، پشندی و سایر ارقام را نام برد. تمام این ارقام، ارقام خارجی بوده که سالیان متمادی در ایران کشت شده اند و به نامهای محلی معروف شده اند (دانشور، ۱۳۷۹).

۲-۵-۲- ارقام جهانی سیب زمینی

دانستن نکاتی ویژه درباره بذر و خصوصیات آنها از جمله عوامل بسیار مهم در کشت موفق به شمار می آید. خصوصیات اقلیمی و موانع موجود در منطقه از نظر بیماری، آفات و ... و همچنین خصوصیات اقتصادی از جهت بازار پسندی از عوامل تعیین کننده رقم خاص می باشد. بعضی از ارقام متداول و رایج سیب زمینی عبارتند از: اکورد، اکاتا، آگریا، آجیبا، آلمرا، آریله، آریندا، آرنوا، باریتانا، کنکورنت، دیامانت، دیتا، دونالد، دراگا، فرسکو، گلوریا، ایمپالا، جویونور، مارفونا، ماریتما، مارکز، نیکولا، پیکاسو، راجا، سانته و ...

۲-۵-۳- خصوصیات رقم آگریا

از لحاظ رسیدگی تقریباً دیررس، توسعه اندام هوایی خوب، رنگ پوست زرد، رنگ گوشت زرد، ظاهر غده بیضی کشیده، عمق چشم کم عمق، سبزه غده خیلی بزرگ، عملکرد خیلی بالا، ماده خشک خیلی بالا، مصرف چیپس، تقریباً حساس به بیماری پیچیدگی برگ، مقاومت خیلی خوب به ویروس A، مقاومت خوب به ویروس X، مقاومت خوب به ویروس Y، حساس نسبت به بیماری اسکب معمولی (پوریای ولی، ۱۳۸۹).

۲-۶- اهمیت مواد آلی در کشاورزی

تمام مواد آلی دارای کربن می باشند. میزان کربن مواد آلی خاک های جهان ۴ برابر کربن موجود در پوشش های گیاهی آن است، بنابراین ماده آلی خاک یک نقش حیاتی در تعادل کربن زمین ایفا می کند. ماده آلی خاک یک مخلوط پیچیده و متغیر از مواد آلی است. بیشتر ظرفیت تبدیلی کاتیونی و ظرفیت نگهداری آب در خاک های سطحی به وسیله آنان تامین می گردد. ترکیبات خاص ماده آلی در تشکیل و پایداری خاکدانه ها دارای نقش عمده می باشند. ماده آلی خاک شامل مقادیر زیادی از عناصر غذایی گیاهی بوده که مشابه انبار برای ذخیره و رهاسازی آرام، به خصوص برای نیتروژن عمل می کند. به علاوه ماده آلی انرژی و مواد سازنده بدن اکثر ریز جانداران را تامین میکند (شاهویی، ۱۳۸۷). مواد آلی ترکیبات کربنی می باشند که به وسیله گیاهان، ریز جانداران و جانوران در خاک تولید می شوند. وجود مواد آلی علاوه بر اینکه نشان دهنده سلامت و کیفیت خاک است، شاخص مناسبی برای باروری آن بشمار می رود که حاصل بر هم کنش فرآیند های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک است. ماده آلی با بهبود شرایط خاکدانه سازی، وضعیت تخلخل و نفوذ پذیری خاک را بهبود می بخشد. در حالتی که خاک فشرده و دارای نفوذ پذیری کم می باشد تجمع دی اکسید کربن پیرامون ریشه افزایش یافته و علاوه بر اینکه سبب خفگی ریشه می شود، از جذب عناصر غذایی که نیاز به انرژی متابولیک دارند نیز ممانعت به عمل می آورد (سماوات و همکاران، ۱۳۸۷).

عرضه مواد آلی به خاک و در نتیجه تامین عناصر غذایی به صورتی کاملاً متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، کمک به تنوع زیستی، تشدید فعالیت های حیاتی، بهبود کیفیت و حفظ سلامت محیط زیست از مهمترین مزایای کود های بیولوژیک محسوب می شود (صالح راستین، ۱۳۸۰). از این رو استفاده از کود های بیولوژیک نظیر قارچهای میکوریزا (VAM)، میکرو ارگانیزم های حل کننده فسفات و ورمی کمپوست در کشاورزی پایدار علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکرو ارگانیزم های مفید خاک منتج به فراهم کردن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم عمل نموده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی می شوند (آرکنون و همکاران، ۲۰۰۴؛ گوپتا و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین مواد آلی به علت داشتن عامل کربوکسیلی، فنلی، الکلی و هیدروکسیلی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را افزایش می دهند و سبب می شوند عناصر غذایی در خاک بهتر نگهداری شوند و گیاه دسترسی بیشتری به آنها داشته باشد. از طرف دیگر مواد آلی در اثر معدنی شدن مقدار قابل توجهی از عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف را در خاک آزاد نموده و به تغذیه متعادل گیاه کمک زیادی می نمایند.

در یک خاک فاقد و یا برخوردار از مقدار کم ماده آلی، جمعیت میکروبی به شدت کاهش یافته و جذب بسیاری از عناصر غذایی که قابلیت فراهمی آنها برای گیاه وابسته به اکسیداسیون بیولوژیکی در خاک می باشد مختل می گردد (سماوات و همکاران، ۱۳۸۷). واقع شدن ایران در منطقه خشک و نیمه خشک و استفاده از نهاده هایی مانند کود های شیمیایی برای دستیابی به عملکرد بالا، سبب گردیده است تا اهمیت مواد آلی کمتر در نظر گرفته شود. به نحوی که در بیش از ۶۰ درصد خاک های زیر کشت در ایران میزان کربن آلی کمتر از یک درصد و در بخش قابل توجهی از کشور کمتر از ۰/۵ درصد باشد (ملکوتی، ۱۳۷۵).

۲-۷- اثر مواد آلی بر کیفیت فیزیکی خاک

در خاک های حاصلخیز، ذرات بسیار ریز خاک توسط مواد آلی به یکدیگر چسبیده اند و خاک دانه های درشتی ایجاد می کنند. در این گونه خاک ها، فضاهای خالی کوچک توسط آب و فضاهای بزرگ توسط هوا اشغال شده است. در موقع آبیاری یا بارندگی، آب از طریق فضاهای درشت در خاک حرکت کرده، پس از مدت زمانی کوتاه مجدداً فضاهای درشت توسط هوا اشغال و در نتیجه عمل تهویه به خوبی جریان می یابد. در صورت فقدان ماده آلی، ذرات ریز خاک به صورت پراکنده و در حالتی است که اندازه فضاهای خالی بین ذرات، کوچک است. در چنین شرایطی سرعت حرکت آب در خاک بسیار کند است و در اثر پر شدن فضاهای کوچک از آب عمل تهویه به خوبی انجام نمی گیرد. از طرف دیگر با کاهش مواد آلی خاک و در نتیجه کوچکتر شدن اندازه ذرات در اثر پراکندگی، حجم کلی فضای خالی خاک نیز کاهش یافته، در نتیجه قدرت نگه داری آب در خاک و تامین رطوبت مورد نیاز گیاه کم می شود.

در خاک های فاقد مواد آلی به خصوص در خاک های رسی به علت کمبود فضاهای درشت قدرت نفوذ آب کاهش یافته و باعث ایجاد فرسایش می شود و پس از خشک شدن خاک باعث سله بستن خاک و مانع جوانه زدن بذر و گیاه نیز می گردد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۹). مواد آلی در خاک به عنوان منبع غذایی به خصوص ازت، فسفر و عناصر میکرو برای گیاه می باشد. و بر افزایش فعالیت میکروفلورا و میکروفونا خاک موثر است (سماوات و همکاران، ۱۳۸۷). تحقیقات دیویس و ویلسون در سال ۲۰۰۴ نشان داد که مواد آلی، تهویه خاک، نفوذ آب، ظرفیت نگه داری مواد غذایی و آب در خاک را افزایش می دهند. بسیاری از اصلاح کننده های آلی مانند پیت، کمپوست های آلی و دامی

و... عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان را دارا بوده و به عنوان کود آلی عمل می کنند (مکی کی و همکاران، ۲۰۰۳).

۲-۸- اثر مواد آلی در رها سازی عناصر ریزمغذی

مواد آلی خاک حاصل از فساد و تجزیه باقی مانده های گیاهی و حیوانی توسط موجودات ذره بینی شامل باکتری های هتروتروفیک، قارچ ها، اکتینو مسیتها و سایر موجودات زنده می باشد. معمولاً سرعت فساد مواد آلی ساده سریع تر است و بعضی از ترکیبات آلی مانند لیگنین و هوموس به آسانی فاسد نمی شوند و در نتیجه بیشتر ماده آلی خاک از این مواد ساخته شده است. نسبت کربن به ازت در مواد آلی به طور متوسط از ۲۰ بیشتر است. اینگونه مواد شدیداً تجزیه و فساد پذیرند و عامل تعیین کننده سرعت فساد، شرایط آب و هوایی (گرما، رطوبت و تهویه) و ازت کافی می باشد. در صورت وجود ازت کافی (ازت معدنی)، سرعت فساد تا حد افزایش نسبت C/N به حدود ۱۵ سریع خواهد بود. با ادامه فساد، نسبت مواد آلی تجزیه پذیر کاهش یافته، در نتیجه سرعت فساد نیز کاهش می یابد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۹). پارسون و کریچمن (۲۰۰۳) تاثیر کود های شیمیایی نیتروژنه و کود های آلی در خاک های زراعی را در آزمایشات طولانی مدت مورد بررسی قرار داده و اظهار داشتند که بسته به نوع و مقدار مواد آلی افزوده شده به خاک توانایی خاک در معدنی کردن نیتروژن آلی متفاوت است. میزان گاز کربنیک حاصل از تجزیه مواد آلی در خاک های معمولی در حدود ۱۰ کیلو گرم در ساعت در هکتار برآورد شده است. در حالی که بخش عمده ای از این گاز در کوتاه مدت به اتمسفر بر می گردد، ولی بخش قابل توجهی از آن در واکنش های شیمیایی خاک اثر دارند. به صورتی که موجب کاهش pH و حلالیت بیشتر عناصر غذایی گیاه مانند فسفر، آهن، روی، منگنز، کلسیم و منیزیم در خاک می شود (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۹).

مطالعات ونگ ویانگ (۲۰۰۲) بر روی خصوصیات کیفی خاک تحت تاثیر کود سبز، کمپوست، پیت و کود های شیمیایی نیتروژنه و اثرات آن ها بر کشت برنج و ذرت نشان داد که میزان آب نگه داری شده در کرت های اصلاحی با پیت و کمپوست از کرت های اصلاحی با کود شیمیایی بسیار بالاتر بود. مطالعه آن ها نشان داد کرت های حاوی مواد آلی در طول دوره رشد pH ثابتی داشتند و بر مقدار نمک های محلول آن ها افزوده شد.

۹-۲- اثر مواد آلی بر خصوصیات بیولوژیکی خاک

مواد آلی به عنوان منبع مهمی از انرژی برای باکتری ها، قارچ ها و کرم های خاکی می باشد (کاوندر و همکاران، ۲۰۰۳). تعداد جمعیت باکتری ها، اکتینو مسیتها وقارچ ها بستگی زیادی به مقدار مواد آلی خاک دارد. جمعیت کرم های خاکی نیز بستگی زیادی به وجود بقایای گیاهی دارد که به خاک بر می گردد. مواد آلی خاک دارای اثرات فیزیولوژیکی مستقیمی بر رشد گیاه دارد. برخی ترکیبات مثل اسید های فنولیک دارای اثر سمی بر گیاه بوده و برخی ترکیبات مثل اکسین ها رشد گیاه را افزایش می دهند. مواد آلی دارای اثرات مستقیم و غیر مستقیم در کنترل و کاهش جمعیت پاتوژن های گیاهی است. ترکیبات فعال بیولوژیکی در خاک نظیر آنتی بیوتیک ها و برخی اسید های فنولیک ممکن است مقاومت گیاهان را به پاتوژن ها افزایش دهند (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۹). چن و همکاران (۱۹۸۶) اثر فقدان انرژی لازم برای تندش اسپور و فعالیت پی تیوم در خاک حاوی کمپوست را عامل مهار بیماری مرگ گیاهچه دانستند. مهمترین مانع رشد ونمو میکرو ارگانیسم ها از جمله عوامل بیماری زا گیاهی در خاک را محدودیت دسترسی به منابع قابل استفاده انرژی بیان داشتند. مصرف کود های آلی از جمله کود دامی منجر به کنترل برخی از بیماری های گیاهی نظیر ریشه گریزی کلم، پوسیدگی ریشه پنبه در اثر *Phymathotrichum omnivorum*، پوسیدگی ریشه ناشی از *Phythium irregular* و پوسیدگی ساقه فلفل در اثر *Phytophthora* می شود (چن و همکاران، ۱۹۹۹).

۱۰-۲- رابطه مواد آلی و قارچ های میکوریزا (VAM)

در منابع متعدد به اثر مثبت کودهای آلی بر گسترش قارچ های میکوریزا، ترکیب جوامع میکروبی، فون و فلور خاک و نیز تشدید فرآیند های متابولیکی در داخل خاک، ریشه و شاخ و برگ گیاهان تاکید شده است (گریندلر و همکاران، ۲۰۰۶؛ مورون و همکاران، ۲۰۰۵). مهمترین نقش های میکوریزای آربوسکولار در نظام های زراعی عبارتند از: افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی به ویژه فسفر برای گیاهان، افزایش فتوسنتز، افزایش کارایی مصرف آب در گیاه میزبان، افزایش مقاومت به تنش خشکی وتنش شوری، افزایش مقاومت میزبان به آفات و بیماری ها (فنک و همکاران، ۲۰۰۲؛ پینیور و همکاران، ۲۰۰۵)، افزایش غلظت هورمون های گیاهی و محتوای کلروفیل (کاردوسو و کوی پر، ۲۰۰۶، دود، ۲۰۰۰؛ ویکاری و آیدلس، ۲۰۰۲)، تسریع در گلدهی گیاهان میزبان، تاثیر در

اختصاص مواد فتوسنتزی به اندام های مختلف گیاه میزبان، ایجاد واکنش های مورفولوژیکی در گیاهان و افزایش قدرت رقابت گیاه میزبان در مقابل با علف های هرز (کوتوهاماسی و بابو، ۲۰۰۱؛ گیانینازی و وسا تاکا، ۲۰۰۴)، افزایش مقاومت گیاهان به فلزات سنگین (دود، ۲۰۰۰؛ گیانینازی و وسا تاکا، ۲۰۰۴)، بهبود ساختمان خاک و تشکیل خاکدانه (کاردوسو و کوی پر، ۲۰۰۶؛ اوکل و همکاران، ۲۰۰۴)، کاهش اثر سوء مواد شیمیایی (ضد عفونی کننده ها، قارچ کش ها، آفت کش ها و علف کش ها) (گیانینازی و وسا تاکا، ۲۰۰۴)، تشدید فعالیت باکتری های ریزوبیوم و آزوسپریلوم (گوپتا و همکاران، ۲۰۰۳؛ آندر و همکاران، ۲۰۰۴).

قارچ های میکوریزا به برخی عملیات کشاورزی حساس می باشند و به همین دلیل به عنوان شاخص مهمی در ارزیابی تعادل و روش مدیریت اکو سیستمهای خاکی محسوب می شوند. از جمله این فعالیت ها می توان به روش های نامناسب آماده سازی خاک و مصرف بی رویه نهاده های شیمیایی اشاره کرد (کاردوسو و کای پر، ۲۰۰۶، اوکل و همکاران، ۲۰۰۴). برخی از محققین گزارش کرده اند که در شرایط تنش خشکی، میکوریزا از طریق افزایش دوام سطح برگ، فتوسنتز و تثبیت کربن در طول فصل رشد را افزایش می دهد (گوسلینگ و همکاران، ۲۰۰۶ و دیویس، ۲۰۰۴).

در آزمایشی که روی نظام های کم نهاده و رایج به عمل آمد که، سطح زمین به مدت طولانی تری بوسیله یک گیاه پوششی زمستانه پوشانده شده بود، آلودگی خاک به مایکوریزا افزایش یافت (گرینلدر و همکاران، ۲۰۰۶). برخی تحقیقات نشان داده اند که گیاهان در مزارع کم نهاده نسبت به مزارع پر نهاده به میزان ۳۰-۶۰ درصد بیشتر کلونیزه شدند (گرینلدر و همکاران، ۲۰۰۶).

۲-۱۱- مصرف توأم کودهای آلی و شیمیایی

بررسی ها نشان داده اند که منابع زیستی (ارگانیک) مانند کود های آلی مخلوط با کودهای شیمیایی می تواند به حاصلخیزی خاک و افزایش تولید محصول منجر شود، زیرا این نظام اکثر نیازهای غذایی گیاه را تامین کرده و کارایی جذب مواد غذای توسط گیاه را افزایش می دهد (بویر و بلاک، ۱۹۹۴). با مصرف توأم گوگرد و کمپوست، جذب عناصر غذایی فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی و مس نسبت به شاهد به ترتیب ۷۸، ۷۳، ۶۸، ۴۲، ۶۴ و ۵۴ درصد افزایش نشان داد (گودرزی، ۱۳۸۴). در تحقیقی با مصرف ۹۰ کیلوگرم ازت خالص، ۴۵ کیلوگرم P_2O_5 به همراه ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد و ۲۰ تن کود حیوانی در هکتار باعث بیشترین میزان عملکرد در پیاز به میزان ۴۵/۸ تن در هکتار شد که نسبت به شاهد ۲۲ درصد افزایش نشان داد (نوری حسینی، ۱۳۸۴). در مطالعه صفات کمی و کیفی

ارقام خیار سبز از سه سطح کود دامی (۰، ۱۵، ۳۰ تن در هکتار) و چهار سطح کود ازته (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ کیلو گرم در هکتار) و دو رقم خیار (سوپر دو مینوس و سوپر هیلارس)، بیشترین عملکرد در هر دو رقم مورد آزمایش با مصرف ۳۰ تن کود دامی و ۱۵۰ کیلو گرم ازت در هکتار بدست آمد (شفیعی زرگر و کاشی، ۱۳۷۵).

۲-۱۲- مصرف مداوم کود های آلی و شوری خاک

نتایج بررسی عملکرد دانه ذرت و برنج در شرایط کاربرد کمپوست لجن فاضلاب و شیرابه زباله شهری نشان داد که کاربرد مقادیر بالاتر کودی باعث عملکرد کمتری نسبت به مصرف کمتر آنها می شود. علت این کاهش را به افزایش شوری خاک در نتیجه افزایش مصرف نسبت داده اند (وائقی و همکاران، ۲۰۰۵). خوش گفتار منش و همکاران (۲۰۰۲) و هورا و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند مقادیر pH و EC خاک نسبت به کاربرد یکساله کمپوست زباله شهری افزایش معنی داری را نشان می دهد. افزایش این عوامل در خاک موجب کاهش رشد و در نهایت عملکرد می گردد (کارلا و همکاران، ۲۰۰۵). لجن فاضلاب در فرایند تصفیه فاضلاب تولید می شود. لجن به دلیل آنکه حاوی مواد آلی و مقادیری از عناصر پر مصرف و کم مصرف گیاهی است به عنوان کود در اراضی کشاورزی استفاده می شود. اگر چه ترکیب فاضلاب با توجه به فصل، مقدار بارندگی، فرهنگ مصرف، سطح صنعتی کشور و مواردی از این قبیل تغییر می کند، ولی همواره مقادیر نسبتاً زیادی از عناصر غذایی کم مصرف و فلزات سنگین در آن وجود دارد.

استفاده بی رویه از لجن در زمینهای کشاورزی ممکن است باعث انباشت بیش از حد این عناصر و آلودگی خاک به عناصر سنگین گردد که احتمالاً افزایش جذب این عناصر به وسیله گیاه را به دنبال خواهد داشت. در تحقیقی با مصرف ۱۰۰ و ۲۰۰ تن لجن خشک در هکتار با دو زمان نگهداری (صفر و ۳۰ روز) به سه سری خاک اصفهان، خمینی شهر و نجف آباد اضافه شد. برای بررسی جذب فلزات سنگین بوسیله گیاه، دو گیاه اسفناج و گوجه فرنگی در خاکهای تیمار شده کاشته شد. اسفناج در مرحله ۵ برگی و گوجه فرنگی در مرحله تولید گل برداشت شدند. افزایش لجن فاضلاب به خاک باعث افزایش هدایت الکتریکی هر سه سری خاک شد. غلظت کل عناصر آهن، مس، منگنز،

روی، کادمیم، نیکل، و سرب نمونه های خاک با افزودن درصد لجن فاضلاب افزایش یافت. افزایش لجن فاضلاب باعث افزایش معنی دار غلظت فرم قابل جذب فلزات گردید. بطوری که غلظت عناصر مس، نیکل، منگنز و سرب تا ۲ برابر و غلظت روی تا ۶ برابر شاهد افزایش یافت (عرفان منش، کلباسی، افیونی، ۱۳۷۶).

۲-۱۳- ورمی کمپوست

ورمی کمپوست یک ماده آلی پایدار است و هنگامی که به خاک رسی افزوده می شود، باعث نرمی خاک شده و زمینه را برای عبور هوا و افزایش تهویه خاک فراهم می سازد. لعاب مخلوط با مدفوع کرمی که جاذب الرطوبه است، باعث جذب آب شده واز حرکت آن در خاک جلوگیری می کند. کربن آلی موجود در ورمی کمپوست عناصر غذایی را به آرامی وبه طور یکنواخت در سیستم ریشه گیاهی آزاد کرده و گیاه را قادر به جذب آنها می نماید. ورمی کمپوست در طولانی مدت و بر اثر استعمال مکرر، باعث بهبود خواص بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاک می شود (علیخانی و ثواقبی، ۱۳۸۵). استفاده از کرمهای خاکی به منظور تولید ورمی کمپوست در چند سال اخیر مورد توجه محققین قرار گرفته است. اولین برنامه تحقیقاتی در بکار گیری کرمهای خاکی برای خرد کردن ضایعات آلی در ابتدای سال ۱۹۸۰ آغاز گردید (عبدلی و روشنی، ۱۳۸۰). نتایج انجام شده نشان داد که کرمهای خاکی می توانند به عنوان یک عامل بارزش در تجزیه فاضلاب ودیگر مواد آلی به کار گرفته شوند. ورمی کمپوست نوعی کمپوست تولید شده به کمک کرمهای خاکی است که در نتیجه تغییر و تبدیل و هضم نسبی باز مانده های آلی در ضمن عبور از دستگاه گوارش این جانوران است (عباس و راما سامی، ۱۹۹۹). این همان ماده ای است که چارلز داروین طبیعی دان مشهور، از آن به عنوان کود گیاهی نام برده است.

ورمی کمپوست محصول تثبیت مواد آلی به وسیله فعل و انفعالات توسط کرمهای خاکی و میکرو ارگانیسم هاست. ورمی کمپوست همانند کودهای گیاهی دارای تخلخل بالا و تهویه و زهکشی مناسب، ظرفیت نگهداری آب بالا و فعالیت های میکروبی است که خاک را بسیار مناسب برای رشد و نمو گیاه می سازند (ادوارد و بروس، ۱۹۹۸؛ اتیه و همکاران، ۲۰۰۲). آنها می توانند سرعت جوانه زنی،

رشد و عملکرد را در تعداد زیادی از محصولات افزایش دهند (اتیه و همکاران، ۲۰۰۸). ورمی کمپوست دارای تنظیم کننده های رشد مانند اسید هیومیک (دسی و همکاران، ۱۹۹۹؛ ماسی وارو، ۱۹۹۷؛ اتیه و همکاران، ۲۰۰۲)، هورمون های رشد مثل اکسین، جبریلین و ستیو کین می باشد. این تنظیم کننده ها ی رشد به وسیله میکرو ارگانسیم هایی مانند قارچ ها، باکتری ها، اکتینو ماسیت ها و کرم های خاکی تولید می شوند (ادوارد و همکاران، ۱۹۹۸).

ورمی کمپوست یک سطح بسیار ریز را برای فعالیت های میکروبی و نگهداری مواد غذایی ایجاد می کند (شی وی و فیوزن، ۱۹۹۱) در نتیجه بسیاری از مواد غذایی مانند نیتрат، فسفات، کلسیم، پتاسیم می توانند در رشد گیاه مورد استفاده قرار گیرند. مطالعه بر روی انواع ورمی کمپوست ها حاکی از آن است که باعث افزایش ظرفیت جذب سطحی می شود (فرناندز و همکاران، ۲۰۰۹). ورمی کمپوست باعث بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نفوذپذیری، افزایش دسترسی عناصر ماکرو و میکرو شده و تحریک فعالیت های میکروبی خاک و افزایش فعالیت آنزیم های حیاتی را بدنبال دارد (ماری ناری و همکاران، ۲۰۰۰). افزایش ماده آلی (ورمی کمپوست) باعث افزایش فعالیت های آنزیمی خاک (اسید فسفاتاز، دی هیدروژناز و پروتئاز) و نیز تولید CO₂ شده است که در نتیجه افزایش فعالیت میکروبی می باشد (ماری ناری و همکاران، ۲۰۰۰).

این ماده دارای تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی، تهویه و زهکشی مناسب، ظرفیت زیاد نگهداری آب و بدون بوی نامطبوع و عوامل بیماریزا می باشد که امروزه استفاده از آن در کشاورزی پایدار، جهت بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول می باشد (اتیه و همکاران، ۲۰۰۲؛ آرکون و همکاران، ۲۰۰۴؛ هامدا و همکاران، ۲۰۰۶). ورمی کمپوست ها حاوی میکرو ارگانسیم های هوازی مفید مانند ازتو باکترها بوده از طرف دیگر عاری از باکتریهای غیر هوازی، قارچها و میکرو ارگانسیمهای پاتوژن می باشد. ورمی کمپوست از موادی پیت مانند همراه با خلل و فرج، ظرفیت هوا دهی، زهکشی و ظرفیت نگهداری آب بالا ساخته شده است که دارای سطوح زیاد برای جذب بالای مواد غذایی می باشند. در مقایسه با مواد مادری اولیه، ورمی کمپوست ها دارای نمک محلول کم تر، ظرفیت تبادل کاتیونی بیشتر و میزان هیومیک اسید بیشتری می باشد (اتیه و همکاران، ۲۰۰۲).

ورمی کمپوست ها دارای عناصر غذایی مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم به فرم قابل جذب برای گیاه می باشد. مواد آلی موجود در ورمی کمپوست باعث تسهیل چسبندگی خاکدانه ها ی خاک، تخلخل پذیری و افزایش رشد گیاهان می شوند (اورزکو و همکاران، ۱۹۹۶).

۲-۱۳-۱- فن آوری تولید ورمی کمپوست

ورمی کمپوست نتیجه هضم طبیعی غذا در سیستم هاضمه کرم خاکی است که بدلیل توان رشد و تکثیر بسیار سریع و توان بالقوه قابل توجه در مصرف انواع مواد زائد آلی، سبب تبدیل این گونه مواد مزاحم و آلوده کننده محیط زیست به یک کود آلی باکیفیت ممتاز می شوند. عبور آرام و مکرر مواد زائد آلی از مسیر دستگاه گوارش کرم خاکی و آغشته شدن آن ها به انواع ترشحات گوارشی مانند ذرات کربنات کلسیم، آنزیم ها، مواد مخاطی و میکرو ارگانیسم های دستگاه گوارش کرم در مجموع موادی را تولید می کند که خصوصياتی کاملاً متفاوت با مواد بلعیده شده دارد. این مواد دفع شده به همراه مواد آلی تجزیه شده و تجزیه نشده و اجساد و پيله های کرم خاکی تشکیل ماده ای به نام کمپوست کرمی باارزش غذایی فراوان می دهد که ساختار، تخلخل، تهویه، زهکشی و ظرفیت نگهداری رطوبت در آن در حد عالی می باشد (بی نام، ۱۳۸۸).

۲-۱۳-۲- چرا باید ورمی کمپوست مصرف کرد؟

تحقیقات نشان می دهد که استفاده از کود های کندرها یا کود های آلی (همانند ورمی کمپوست) که به آهستگی عناصر خود را آزاد می کنند در مقایسه با کود های شیمیایی موجب تجمع نیترات کمتری در گیاهان می گردند. ورمی کمپوست حاوی عناصر غذایی از جمله مولیبدن است. عنصر مولیبدن جزئی از ساختمان آنزیم نیترات ردوکتاز (احیا کننده نیترات) است و استفاده از آن در خاکها یی که کمبود مولیبدن دارند می تواند موجب کاهش تجمع نیترات شود (ادوارد، ۱۹۸۱).

مصرف بیش از حد کودهای ازت دار باعث افزایش غلظت نیترات در اندام های قابل مصرف می شود. بسیاری از محصولات ازت نیترا ته را در خود جمع می کنند. ازت نیترا ته برای گیاهان سمی نبوده ولی برای اشخاصی که از این گونه محصولات مصرف می کنند مضر است. تجمع نیترات در گیاهان یک پدیده طبیعی بوده و هنگامی رخ می دهد که تجمع نیترات در گیاه بیشتر از مصرف آن بر اثر جذب و تحلیل باشد و مقدار ترکیبات ازت آمینه محلول به دلیل نبود آمونیاک برای ساخته شدن اسید آمینه نقصان می یابد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۳). گیاهان در صورت بالا بودن غلظت

نیترات در خاک، قادرند بیش از نیاز متابولیکی خود، آن را جذب کنند و در سیتو پلاسم و واکوئل سلول های خاصی به ویژه در شب تجمع دهند.

بالا بودن غلظت نیترات در اندام های قابل مصرف سبزیها و علوفه و در آب آشامیدنی انواعی از مسمومیت هارا تا حد مرگ در دام ها و اطفال و تولید نیتروز آمین را در بزرگسالان به وجود می آورد (میر احمدی عراقی و همکاران، ۱۳۸۸). با مصرف بیش از اندازه ازت در سیب زمینی درصد اسید کلروژنیک و فنل ها افزایش واز میزان اسید سیتریک و ویتامین ث کاسته می شود. سیاه شدن سیب زمینی در اثر ترکیب آهن و اسید کلروژنیک اتفاق می افتد و اسید سیتریک مانع ترکیب فوق می گردد. غلظت نیترات کل غده با افزایش کود های ازته افزایش می یابد. بیشترین مقدار نیترات در پوست و زیر پوست تجمع می یابد. پتاسیم بر عکس ازت عمل کرده واز مقدار اسید کلروژنیک کاسته و در نتیجه مانع سیاه شدن سیب زمینی می گردد. (لزیزنسکی و لیسنیکا، ۱۹۸۹).

۲-۱۳-۳- ترکیبات شیمیایی ورمی کمپوست

بیشتر زباله های آلی تجزیه پذیر در محیط زیست قابل تبدیل به ورمی کمپوست می باشند. در حدود ۵ تا ۱۰ درصد از مواد خورده شده به منظور رشد سوخت و ساز بافتهای کرم جذب شده و بقیه آن به شکل مدفوع دفع می شود. مدفوع کرم با ترشحات مخاطی دیواره روده و میکروبها مخلوط می گردد. این ترشحات باعث افزایش ثبات و قوام مدفوع می شود که به عنوان ورمی کمپوست مورد استفاده قرار می گیرد (گوپتا، ۱۹۹۴). ورمی کمپوست منبع مهمی از عناصر ماکرو و میکرو است که به خاک حیات می بخشد و در باغبانی و زراعت موارد مصرف زیادی دارد (اتی و همکاران، ۲۰۰۰).

۲-۱۳-۴- اهمیت ورمی کمپوست

کمپوست کرمی به عنوان یک کود آلی بیو ارگانیک، بسیار نرم، سبک، تمیز، بدون بو و ترد بوده و سرشار از مواد غذایی به صورت قابل جذب برای گیاه، ویتامین ها، هورمون های محرک رشد گیاهان و آنزیم های مختلف با pH تنظیم شده می باشد. مهمترین ویژگی های ورمی کمپوست به شرح زیر است:

- در اصلاح بافت فیزیکی خاک نقش بسزایی دارد و موجب سبک شدن آن می گردد، لذا ضریب حفظ رطوبت در خاک افزایش یافته و آب به میزان بیشتری در خاک باقی می ماند.
- حل شدن مواد مغذی در خاک و دسترسی گیاه به این مواد را تسهیل می بخشد.

- یک کود صد در صد آلی است که مستقیم جذب ریشه گیاه می شود.
 - حاوی آنزیم هایی است که در تجزیه مواد آلی خاک و در نتیجه در دسترس قرار دادن مواد مغذی مورد نیاز گیاهان نقش موثری دارد.
 - با داشتن ترکیباتی چون نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و مقداری چربی یک کود بسیار غنی بوده و تقریباً تمام ترکیبات ضروری برای رشد گیاهان را داراست.
 - مواد ریز مغذی را در مقیاس وسیع تری نسبت به هوموس و سایر مواد آلی دریافت کرده لذا بازده محصولات ۸۰-۴۰ درصد افزایش می یابد.
 - دارای مواد تحریک کننده رشد گیاه نظیر اکسین، سیتوکنین، آهن، مس و اسیدهای هیومیک می باشد، لذا رشد گیاه را تسریع می کند.
 - سبب از بین رفتن عوامل بیماریزای گیاهی و میکروب های مضر خاک می شود، لذا از این نظر به کمپوست معمولی برتری دارد.
- لازم به ذکر است که کیفیت ورمی کمپوست بستگی به نوع و کیفیت ماده غذایی مصرف شده توسط کرم ها دارد. کرم های خاکی مواد آلی مغذی را به شکل معدنی و با قابلیت دسترسی بیشتر تغییر می دهند (بی نام، ۱۳۸۸).

۲-۱۳-۵- مقایسه کمپوست و ورمی کمپوست

تولید ورمی کمپوست تعداد ریز موجودات بیماریزای گیاهی را به شدت کاهش داده و بنابراین از این نظر برتری نسبی به کمپوست معمولی دارد. نظر کلی بر این بوده است که عوامل بیماریزای گیاهی طی مرحله گرماگرایی فرایند کمپوست سازی از بین می روند. اما تحقیقات انجام شده نشان می دهد که تولید ورمی کمپوست نیز باعث از بین رفتن این عوامل می شود. تولید کمپوست به عنوان یک فرایند هوازی منجر به معدنی شدن نیتروژن می شود (علیخانی و ثواقبی، ۱۳۸۵). طی مقایسه ای که از نظر خصوصیات شیمیایی کمپوست و ورمی کمپوست انجام گرفته این نتیجه به دست آمده که غلظت عناصر غذایی در ورمی کمپوست بطور معنی داری بیشتر از کمپوست بوده و بنابراین میزان کاربرد این ماده بایستی حدود نصف کمپوست باشد (دیگرسون، ۲۰۰۱). برتری ورمی کمپوست ها نسبت به کمپوست های معمولی این است که دارای آنزیم ها و هورمون های رشد می باشند (اتیه و همکاران، ۲۰۰۲).

ورمی کمپوست در زمان کوتاه تری نسبت به کمپوست معمولی باعث کاهش پاتوژنهای مضر گیاهی می گردد (تور و همکاران، ۲۰۰۶). تهیه ورمی کمپوست به منظور تبدیل ضایعات آلی به کود با ارزش و غنی شده در مقایسه با فرایند تهیه کمپوست به روش سنتی از ارزش غذایی بالا به دلیل افزایش معدنی شدن و درجه هوموسی شدن برخوردار می باشد (جیابال و کوپوسوامی، ۲۰۰۱). فرایندهای هوموسی شدن که در مرحله رسیدگی کمپوست سازی اتفاق می افتد، در طول فرایند ورمی کمپوست بزرگتر و سریعتر می باشند. همچنین تولید ورمی کمپوست در مقایسه با تولید کمپوست معمولی می تواند کاهش بیشتری از فلزات سنگین قابل جذب توسط موجودات زنده را به همراه داشته باشد و شواهدی وجود دارد که نشان می دهد محصول نهایی این عمل ممکن است شامل ترکیبات هورمونی مانند باشند که باعث تسریع در رشد گیاه می شود (علیخانی و ثواقبی، ۱۳۸۵). جیابال و کوپوسوامی (۲۰۰۱) در تحقیقات خود نشان دادند که کاربرد ورمی کمپوست در مقایسه با کود FYM معادل ۱۰ درصد جذب بیشتر نیتروژن توسط گیاه برنج شد. سان ساما و پیلای (۲۰۰۰) در تحقیقات خود اظهار داشتند که مصرف ۵ تن ورمی کمپوست معادل مصرف ۱۰ تن FYM در هکتار است. مزیت ورمی کمپوست را در رابطه با سایر کمپوست های آلی به دلیل فراهمی بیشتر عناصر غذایی در ورمی کمپوست دانستند، در حالی که سایر کمپوست های آلی را حتما باید با کودهای شیمیایی استفاده نمود.

۲-۱۳-۶- پساب ورمی کمپوست

پساب ورمی کمپوست عصاره مایع کویلومیک است. این عصاره دارای آنزیمهایی است که باعث رشد و عملکرد گیاهان و حتی مقاومت گیاهانی را که در آنها از تغذیه برگ استفاده می شود افزایش می دهد. این ماده یک محصول تجاری است که به صورت مایع از مخازن کشت جمع آوری شده و برای تغذیه برگ بکار می رود (جامب هرکر و باهیدی، ۱۹۹۲). وقتی کرم ها شروع به خوردن زباله ها می نمایند کم کم به مخازن آب اضافه می شود تا اینکه آب اضافی از خروجی مجرا به شکل مایع شهدی خارج شده و در مجرای بیرونی جمع می شود. سپس این مایع از مجرا بیرون کشیده می شود و پس از رقیق شدن برای تغذیه برگ در گیاهان مختلف استفاده می شود (علیخانی و ثواقبی، ۱۳۸۵). تحقیقات انجام شده نشان می دهد که عصاره ورمی کمپوست پتانسیل عدم سرایت بیماری در گوجه فرنگی را دارد (کوپال، ۲۰۰۵).

ورمی کمپوست تولید شده از ضایعات حیوانی نسبتاً یکنواخت بوده و کیفیتی پایا دارد (بوشمن و داویس، ۲۰۰۰). در این ماده آلودگی های اولیه کاهش یافته و در یک دوره طولانی بدون اینکه باعث فشردگی بستر کشت شود ثبات خود را حفظ کرده و در یک دوره طولانی عناصر غذایی را برای مصرف گیاه حفظ می کند (ندگوا، ۱۹۹۹). در دوره تولید ورمی کمپوست، حتی پساب خروجی^۱ از بستر کرم نیز حاوی عناصر غذایی و فاکتورهای رشد بوده و ارزش تغذیه ای دارد. مطالعه روی دو گیاه برگ زینتی آگلونما و دیفین باخیا نشان داد که محلول پاشی با پساب خروجی از بستر کرم بطور معناداری ارتفاع، وزن خشک، قطر، وزن تر و نیتروژن را در گیاه افزایش داده است (اتیه و همکاران، ۲۰۰۰).

۲-۱۳-۷- جنبه های اقتصادی ورمی کمپوست

ورمی کمپوست به طلای سیاه نیز مشهور است. یکی از با ارزش ترین نوع کود در بازار می باشد که همواره از میزان تقاضای خوبی برخوردار است. حشره کشهای آلی سریعتر از هر آفت کش دیگری در بازار به فروش می رسد. بسیاری از مراکز به استفاده از محلول رقیق شده ورم تی بعنوان حشره کش روی آورده اند، زیرا حاوی مواد کاملاً آلی حشره کشی است که به خلاف دیگر حشره کشها فاقد خطرات و مواد سرطان زا می باشد (بونش و گاردنر، ۱۹۸۴). به دلیل نیاز به سرمایه گذاری اندک، فناوری تولید کود کرمی به یک متدولوژی متداول تبدیل شده است. آنچه که برای محوطه های کودسازی مورد نیاز است شامل تعدادی محفظه یا مخزن ساخته شده از سنگ یا چوب برای تجزیه ابتدایی زباله های آلی و همچنین ترانسه ها یا ظروفی ساخته شده از پلاستیک یا ماده مناسب دیگر است که بتوان با استفاده از آن از کرم های خاکی در برابر آفات و جانوران محافظت کرد (علیخانی و ثوابی، ۱۳۸۵). برای انجام فرایند بر روی یک تن ماده آلی در هر روز، به هزار و پانصد متر مربع فضا و شش کارگر نیاز است. با این کار می توان سالیانه حدود هفتاد تن ورمی کمپوست تولید نمود. فواید عمده فناوری پرورش کرم در اقتصاد هند عبارتند از:

- استفاده موثر از زباله های غیر سمی به عنوان منابع در جهت رسیدن به اهداف کشاورزی آلی.
- در کشور هند هیچ یک از مبادلات خارجی به مانند این فناوری نمی باشد.

^۱ - wermiwash

- این فناوری، از پتانسیلی در جهت کاهش وابستگی به انرژیهای ورودی تجدیدناپذیر برخوردار می باشد. همچنین باعث کاهش واردات کودهای شیمیایی و آفت کشها نیز می شود.
- این فناوری پتانسیل تبدیل زمین های بایر به زمین های حاصلخیز را داراست.
- کاربرد بهینه از زمین، نیروی کار و آب در کشاورزی پایدار.
- حفاظت موثر از محیط زیست.
- افزایش کیفیت محصولات کشاورزی که باعث به وجود آمدن قیمت های بهتر در بازار می شود.

۲- ۱۳- ۸- تنوع زیستی در ورمی کمپوست

میکروفلور خاک هایی که به وسیله کرم های خاکی فرو برده می شود از لحاظ کمی و کیفی تغییراتی پیدا می نماید، بطوریکه بعضی از باکتری ها مثل باسیلوس سرئوس از بین می روند. گروهی از باکتری ها بخصوص هتروتروف های تولید کننده ویتامین B12 و باکتری های تولید کننده آمونیاک و نیترات زیاد می شود. همچنین تعداد و فعالیت اکتینومیسیت ها به طور چشم گیر افزایش می یابد. هوموس موجود در فضولات کرم قادر است سموم، قارچ ها، جلبک ها و باکتری های مضر خاک را از بین ببرد. از لحاظ کمی، تعداد کل موجودات ذره بینی بشدت زیاد می شود، بطوریکه گاهی تعداد میکرو ارگانیسم ها به چهارتا پنج برابر خاک فاقد این جانور می رسد (سماوات و همکاران، ۱۳۸۷).

کرم های خاکی در طول تغذیه مواد نه تنها آن ها را خرد کرده بلکه باعث بر انگیزش (تهییج) فعالیت های میکروبی شده و افزایش حجم اسید هیومیک به وسیله فرایند میزالیزاسیون را به دنبال دارد (اتیو و همکاران، ۲۰۰۰). ورمی کمپوست می تواند اثر معنی داری بر رشد گیاهان بوسیله افزایش گونه های استرپتومایسس داشته باشد که در کلونیزاسیون ریشه گیاهان و داشتن اثر آنتاگونیستی بر رشد اکثر پاتوژنهای ایجاد بیماری گیاهان دارد (یاسر و همکاران، ۲۰۰۹). قارچ های تریکودرما گروهی از میکرو ارگانیسم های خاکزی بوده که نقش اصلی آن ها در تبدیل بازمانده های آلی و تولید ورمی کمپوست می باشد (بالاک و همکاران، ۲۰۰۵). این قارچ ها قادرند به راحتی به طور سریع عمل

تخمیر و تجزیه سلولز و همی سلولز لیگنین را انجام داده و در تولید کمپوست و ورمی کمپوست بسیار مفید باشند (هارمن و همکاران، ۲۰۰۴).

۲- ۱۳- ۹- رابطه مصرف مواد آلی (ورمی کمپوست) و کاهش بیماری های گیاهی

ورمی کمپوست نه تنها باعث تحریک رشد و افزایش بیوماس گوجه فرنگی می شود بلکه از طریق غیر مستقیم با تاثیر بر میکروفلورای رایزوسفر باعث بازدارندگی سرایت بیماری ها می شود. همچنین به کلونیزاسیون مایکروریزایی کمک می کند (زالر، ۲۰۰۶؛ کاوندر و همکاران، ۲۰۰۳). تعدادی از انواع کمپوست ها می توانند رشد قارچ های خاکزاد تولید کننده بیماری های گیاهی را متوقف یا از بین ببرند (ترموریشوزن و همکاران، ۲۰۰۶؛ یوگر و همکاران، ۲۰۰۶). کمپوست های متنوعی در گوجه فرنگی باعث توقف یا انهدام قارچ های خاکی مانند *Fusarium – Radicis – Lycopersice – Pyrenocheta* می شود (بوررو و همکاران، ۲۰۰۵؛ ۲۰۰۶). مواد آلی یکی از موثر ترین راه های مدیریت پاتوژن های خاک با تغییر محیط رایزوسفر در خاک را شامل می شود که با اثر معکوس بر چرخه زندگی پاتوژن، گیاهان را قادر می سازد با ایجاد مقاومت نیرومند و ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی ریشه بر پاتوژن ها غالب شود (اتیله، ۲۰۰۰).

کاربرد کمپوست و ورمی کمپوست در کشاورزی باعث افزایش رشد گیاهان و باعث بازدارندگی رشد پاتوژن های بیماری زایی ریشه می شود (کومیلیس و همکاران، ۲۰۰۶). به نظر می رسد گونه های متعددی از باکتری ها، اکتینو باکتری ها و استرپتومایسها باعث کاهش کیتین دیواره سلولی پاتوژن های گیاهی از طریق تولید آنزیم کیتیناز و آنتی بیوتیک ها می شوند (کاواسی و همکاران، ۲۰۰۶؛ یوتی و همکاران، ۲۰۰۸). در بررسی به عمل آمده توسط راجبیرسینق و همکاران (۲۰۰۸) بر روی توت فرنگی مشخص شد که با مصرف ورمی کمپوست، شیوع امراض فیزیولوژیکی و بی نظمی در رنگ پذیری میوه به ترتیب ۱۶/۱ و ۴/۵ درصد، بدشکلی میوه ۱۱/۵ - ۴ درصد، کپک خاکستری ۱۰/۴ - ۲/۱ درصد شد. مصرف ورمی کمپوست بطور معنی داری باعث کاهش بیماری مثل بوتریس ریشه شد که به موجب آن بازارپسندی میوه ها به میزان ۵۸/۶ درصد بهتر شد. وجود اجتماعات باکتری ها و تنوع ژن های کیتیناز در کرم های خاکی تولیدکننده ورمی کمپوست دلیل واضحی جهت سودمندی آنها و بازدارندگی پاتوژن های گیاهی در ورمی کمپوست است. عصاره ورمی

کمپوست تهیه شده از کاغذهای باطله و پسماندهای لبنیاتی باعث کاهش رشد اسپوره‌های قارچ *Fusarium moni* می‌شود (یاسر و وون کیم، ۲۰۰۹).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که با افزایش درصد مواد آلی خاک جمعیت باکتری‌های تریکودرما نیز افزایش می‌یابد. بعضی از گونه‌های تریکودرما از جمله *T.harzianum* , *T.viride* با برخورداری توام از خواصی مثل میکوپارازیست، آنتی‌باایوزیس، و قابلیت رقابت ساپروفیتی قادرند قارچ‌های بیماری‌زا را به میزان قابل توجهی کاهش دهند (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶؛ نیک نژاد و همکاران، ۱۹۹۹). همچنین بررسی محققین حاکی از آن است که گونه‌های تریکودرما تحت مکانیزم‌های خاصی سبب افزایش رشد گیاهان می‌شوند. از جمله مکانیزم‌های بیان شده می‌توان به کنترل زیستی بیماری‌های خاکزی با ترشح آنزیم (برونر و همکاران، ۲۰۰۵؛ سینک و همکاران، ۲۰۰۷)، تولید آنتی‌بیوتیک و نفوذ در بدنه قارچ‌های بیماری‌زا، رفع مسمومیت و افزایش انتقال قند و اسید آمینه در ریشه گیاهان، ایجاد مقاومت القائی در برابر تنش‌های محیطی، افزایش جذب عناصر غذایی با افزایش حلالیت عناصر، ترشح هورمون‌های رشد و شبه هورمون و تولید آنزیم‌های ژیلاناز و سلولاز که می‌توانند به طور مستقیم تولید اتیلن در گیاه را در واکنش به حضور عامل بیماری‌زا تحریک نمایند، اشاره نمود (گراول و همکاران، ۲۰۰۷).

قارچ‌های تریکودرما از طریق رقابت با پاتوژن‌های گیاهی و اشغال سریعتر مکان‌های فیزیکی مناسب، رشد عوامل بیماری‌زای ریشه را کند می‌کنند. به علاوه فعالیت قارچ تریکودرما سبب افزایش حلالیت فسفر و عناصر میکروشد و قابلیت دسترسی این عناصر را برای گیاه افزایش می‌دهد. افزایش جذب عناصر غذایی در نتیجه فعالیت قارچ‌های تریکودرما نیز می‌تواند سبب افزایش رشدبهبینه گیاه شده و گیاه را در برابر عوامل بیماری‌زا مقاوم سازد (روی سینگ و همکاران، ۲۰۰۷). مندزوسانشز (۲۰۰۶) نیز اثرات پاتوژنیک تریکودرما بر عوامل بیماری‌زای سویا را گزارش نمودند.

۲- ۱۳- ۱۰- مصرف ورمی کمپوست و کاهش اثرات باقی مانده سموم علف کش و حشره کش در خاک

علف کش تریازول در مقیاس وسیعی برای کنترل علف‌های هرز محصولات مختلف مانند ذرت و تاکستانها استفاده می‌شود. ورمی کمپوست اثرات علف کش‌های خانواده تریازول‌ها را در خاک

تغییر می دهد (هارتلیپ و همکاران، ۲۰۰۳). یکی از خواص پایدار کینینازین بدست آمده از کمپوست بقایای زیتون باعث تجزیه علف کش ها می شود (مورونو و همکاران، ۲۰۰۹). بنیتز و همکاران (۲۰۰۵) عنوان نمودند که پروسه کمپوست و ورمی کمپوست سازی یک راه موثر برای از بین بردن آلودگی های ایجاد شده با روغن زیتون است و مصرف آن ها تداوم آلودگی پلی فنلها را کاهش می دهد (گیاه پالائی). هم چنین مورونو و همکاران (۲۰۰۷) بیان کردند با افزودن مواد آلی حاصل از ضایعات کشت و صنعت های تولید روغن زیتون به خاک باعث کاهش سریعتر غلظت علف کش تریازین از طریق تحریک میکرو ارگانیسم ها می شود.

شواهدی مبنی بر همکنش اسیدیته خاک، کربن آلی، مواد غذایی، میکرو فلور خاک با کودهای آلی و شیمیایی بر رفتار علف کش ها وجود دارد (هانس، ۱۹۸۰). تجزیه مولکولی علف کشهای سولفور اوره در خاکی با pH پایین و نیز در شرایط محیطی گرم و مرطوب، مواد آلی بالا، و بافت سبک بطور کلی سرعت می گیرد (هال و همکاران، ۲۰۰۰). پولسینو و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایشی در خصوص تاثیر کمپوست حاصل از ضایعات جامد شهری بر روی جذب و تجزیه تریاسولفورون در خاک فقیر از مواد آلی با اسیدیته قلیایی را گزارش نمودند. آنها دریافتند که با افزودن کمپوست، جذب تریاسولفورون در خاک به خاطر وجود اسید هیومیک و ترکیبات آلی آگریز محلول افزایش یافت. در pH اسیدی، وجود ماده آلی به ویژه جزء آلی آگریز باعث افزایش سرعت تجزیه تریاسولفورون شد. جذب تریاسولفورون به مواد آلی توانست پتانسیل تجزیه شیمیای آن را افزایش دهد.

از ترکیب دو گونه ورمی کمپوست تهیه شده از کارخانه شراب سازی با درجه های مختلف بقایای گیاهی باعث توانایی رسوب آفت کش دیورن در خاک شد که این امر منجر به کاهش خطرات آبخوبی آن به آبهای زیرزمینی گردید (فرناندز و همکاران، ۲۰۰۷). کلوئیدهای خاک سبب مهار حرکت آفت کش ها و سایر ترکیبات آلی به داخل آب زیر زمینی می شوند. نگهداری مواد شیمیایی به وسیله کلوئیدهای خاک از حرکت رو به پایین آن ها در داخل خاک ممانعت کرده، و یا چنان کند می کند که این ترکیبات به وسیله میکروب های خاک تجزیه گردند. با آزاد کردن پروتون (H^+) به وسیله گروه های عامل مانند OH^- ، NH_2 ، $COOH$ در ساختمان شیمیایی بعضی از ترکیبات آلی سبب ایجاد بارهای مثبت و یا منفی و تقویت تبادل آنیونی و یا کاتیونی می گردند. سایر ترکیبات آلی در واکنش های جذب عناصر غذایی شرکت می کنند هر چند اکثر ترکیبات آلی معمولاً در داخل کلویید های آلی خاک طی فرایندی که تفکیک کردن نام دارد، جذب می شوند. کلوییدهای آلی خاک همانند یک حلال برای مواد شیمیایی مصرف شده عمل می کنند (برادی وویل به نقل از شاهوئی، ۱۳۸۵).

۲-۱۳-۱۱- مصرف ورمی کمپوست و اثرات آن بر رشد رویشی، زایشی و عملکرد گیاهان

در یک بررسی که توسط آرانکون و همکاران (۲۰۰۴) بر روی گیاه توت فرنگی و با استفاده از مقادیر ۵ و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست صورت گرفت مشخص شد که کاربرد مقادیر مختلف ورمی کمپوست، بطور معنی داری تعداد گلها را در مقایسه با شاهد افزایش داد. در تحقیقی که توسط روی وسینق (۲۰۰۶) انجام شد، مشاهدات بیانگر آن بود که کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست در مقایسه با عدم کاربرد آن، سبب افزایش قابل توجه تعداد سنبله در بوته جو گردید. آنها دریافتند که استفاده از ورمی کمپوست از طریق تحریک میکروارگانیزم های مفید خاک و عرضه مداوم و پایدار عناصر معدنی به گیاه موجب این افزایش شده است.

در مصرف ورمی کمپوست به میزان ۵ و ۱۰ تن در هکتار بر روی گیاه دارویی رازیانه بیشترین تعداد چتر در بوته، عملکرد بیشترین درصد همزیستی ریشه با کاربرد ده تن ورمی کمپوست حاصل گردید (قلاوند و همکاران، ۱۳۸۸). مصرف ورمی کمپوست به همراه کودهای معدنی در محصول فلفل باعث افزایش رشد و کیفیت بازار پسندی آنها شد (آرانکون و همکاران، ۲۰۰۳). آرانکون و همکاران (۲۰۰۴) و کومار و همکاران (۲۰۰۵) و انور و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه خود بر روی سورگوم و گیاه دارویی نعناع مشاهده نمودند که کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست در مقایسه با شاهد، به طور قابل توجهی عملکرد بیولوژیکی را بهبود بخشید. کاربرد ورمی کمپوست بر گیاه دارویی بابونه رومی باعث افزایش شاخص های رشدی از جمله تعداد گل در بوته گردید (لیوک و پانک، ۲۰۰۵) موهانتری و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که مصرف ورمی کمپوست در گیاه بادام زمینی باعث افزایش چشمگیر غلظت فسفر دردانه نسبت به تیمار کنترل می شود. در یک پژوهش گلخانه ای که توسط ساینز و همکاران (۱۹۹۸) بر روی گیاهان شبدر قرمز و خیار صورت گرفت، مشخص شد که مصرف ورمی کمپوست حاصل از ضایعات آلی شهری موجب افزایش قابل ملاحظه فسفر بخش هوایی در مقایسه با شاهد می شود.

همچنین در پژوهشی که در خصوص تاثیر کاربرد ورمی کمپوست بر روی گیاه گوجه فرنگی شد، ملاحظه گردید که غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم در میوه و عملکرد محصول این گیاه نسبت به شاهد به طرز چشمگیری بهبود یافت (زالر، ۲۰۰۷). مطالعه آرگولو و همکاران (۲۰۰۶) نیز نشان دهنده افزایش قابل توجه عملکرد محصول در گیاه دارویی سیر بود. آنها دریافتند که مصرف ورمی کمپوست از طریق تسریع در تشکیل پیاز و نیز طولانی شدن دوره پر شدن آن، موجب افزایش

کربوهیدراتهای غیر ساختمانی نظیر فروکتان شده و متعاقبت آن عملکرد محصول سیر نیز بهبود می یابد. انور و همکاران (۲۰۰۵) مشاهده کردند که مصرف ۵ تن ورمی کمپوست در هکتار به همراه کودشیمیایی NPK به میزان ۵۰، ۲۵ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه دارویی ریحان نسبت به تیمار شاهد گردید. همچنین پاندی (۲۰۰۵) در مطالعه خود که روی گیاه دارویی درمنه انجام داد، نشان داد که مصرف ورمی کمپوست موجب بهبود قابل توجه گلدهی در مقایسه با شاهد گردید.

بوشمن و متزگر (۱۹۹۸) افزایش ۴۰ درصدی سطح برگ و وزن خشک گوجه فرنگی و بهبود خصوصیات رشد گیاهان زینتی چوبی تحت تاثیر افزودن ۲ درصد حجمی ورمی کمپوست به بستر کشت آنها گزارش نموده اند. آرانکون و همکاران (۲۰۰۶) دو نوع ورمی کمپوست تهیه شده از کودگاوی، ضایعات کاغذ و موادغذایی تهیه کردند و با نسبت ۵ و ۱۰ تن در هکتار برای کشت گوجه فرنگی، فلفل گلخانه ای و توت فرنگی مورد استفاده قرار دادند. آنها گزارش کردند که کاربرد ده تن در هکتار ورمی کمپوست کود گاوی بر افزایش وزن خشک و تعداد میوه فلفل بیشتر از گوجه فرنگی و توت فرنگی اثر داشت، ولی مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست ضایعات کاغذ و مواد غذایی بر هر سه گیاه موثر بود. در تحقیقی با مصرف ورمی کمپوست حاصل از لاشبرگ ارتفاع گیاه، غلظت نیتروژن کل، پتاسیم، سدیم و مس را بطور معنی داری در برنج افزایش داد ولی بر وزن خشک، تعداد پنجه، غلظت فسفر، آهن، منگنز، و روی بی تاثیر بود (ریگی، ۱۳۸۲).

در مطالعه بررسی تاثیر مقادیر متفاوت ورمی کمپوست بر شاخص های رشد و میزان اسانس ریحان اصلاح شده نشان داد که سطوح مختلف ورمی کمپوست تاثیر بسیار معنی داری بر رشد و نمو و عملکرد ریحان اصلاح شده دارد، بطوریکه بهترین تیمار از این نظر شامل ۲۰ درصد ورمی کمپوست بود که نسبت به شاهد و کود شیمیایی کامل برتری قابل توجهی داشت. این تیمار همچنین توانست دوره رشد و رسیدن به فاز گلدهی را تا یک سوم بوته های تیمار کاهش دهد. همچنین در تیمار ۱۵ درصد ورمی کمپوست بالاترین میزان اسانس بدست آمد که با شاهد و بقیه تیمارها اختلاف معنی داری داشت و کمترین میزان اسانس در تیمار شاهد به دست آمد. در تیمار ۲۵ درصد ورمی کمپوست بالاترین میزان بذر بدست آمده که نسبت به شاهد و بقیه تیمارها اختلاف معنی داری داشت (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۷).

کاله و همکاران (۲۰۰۲) اظهار نمودند که با بکارگیری ورمی کمپوست برخی جمعیت های میکروبی خاک های شالیزار، تثبیت کننده های نیتروژن، اکتینو مایسین ها و هاگ های قارچی افزایش یافته و همچنین جمعیت میکوریزای همزیست با ریشه گیاه برنج نسبت به شاهد ۷ درصد افزایش داشت. جذب نیتروژن در ذرت تیمار شده با ۱۰ تن ورمی کمپوست حدود ۵۰ درصد شرایط عدم استفاده از ورمی کمپوست بوده است. این در حالی است که جذب فسفر، پتاسیم و منگنز در این گیاه بالا رفته است. وزن گل در گیاهان زینتی مثل گل داوودی واکنش مثبتی به ورمی کمپوست نشان داده است (اتهرآ و همکاران، ۱۹۹۹). مصرف ورمی کمپوست در بابونه آلمانی نشان داد که اثر متقابل آبیاری و ورمی کمپوست بر عملکرد گل خشک در سطح ۱ درصد معنی دار بود و ارتفاع بوته نیز افزایش یافت. همچنین بر زمان گلدهی، طول و قطر نهنج نیز اثر معنی دار داشت ولی بر درصد وزن اسانس و عملکرد اسانس معنی دار نبود. با این حال باعث افزایش تعداد گل در بوته شد (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۷؛ لیوک و پانک، ۲۰۰۵). رشد قلمه های آفاقا، اکالیپتوس و صنوبر کاشته شده در خزانه با مصرف ورمی کمپوست نسبت به شاهد افزایش معنی دار داشت (دونالد و پری، ۲۰۰۱).

۲- ۱۳- ۱۱- ۱- مصرف ورمی کمپوست در سیب زمینی

مصرف ۴، ۵، ۶ تن ورمی کمپوست در هکتار منجر به افزایش خصوصیات فیزیکی و افزایش فراهمی فسفر قابل استفاده در سیب زمینی شد. بررسی ها نشان می دهد که مقدار ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار برای گیاهان برگی مثل اسفناج و مصرف ۶ تن ورمی کمپوست در هکتار برای گیاهان غده ای مثل شلغم و سیب زمینی مناسب می باشد (انصاری، ۲۰۰۸).

۲- ۱۴- اسید هیومیک

در هر کجای کره زمین که خاک و آب باشد مواد آلی و اسید هیومیک نیز وجود دارند. اسید هیومیک محصول سنتز میکروبی است که در سطح کره زمین گسترش یافته است. مواد آلی، کمپوست، هوموس، هومات، اسید هیومیک و اسید فولویک همگی قسمتی از مواد گیاهی پوسیده شده می باشند. این نوع مواد آلی یکی از ترکیبات کلیدی خاکها و رسوبات می باشند و در قسمت سطحی کره زمین گسترش زیادی دارند. بیشتر مواد هیومیک خاک با ترکیبات غیر آلی (رس و اکسیدها) پیوند ایجاد می (تان، ۲۰۰۳). مواد هوموسی شامل مواد آلی با وزن مولکولی بالا و رنگ قهوه ای تا سیاه است این مواد بر اساس حلالیتشان در اسید و یا باز تقسیم بندی می شوند که شامل موارد زیر است:

هیومیک اسید (HA)^۱، فولویک اسید (FA)^۲ و هیومین^۳

هیومیک اسید از اجزای اصلی هوموس است. ماکرومولکولی جامد که در آب، الکل و اسیدها نامحلول است و فقط در قلیایی های قوی مانند NaOH حل می شود. پس از یک فعالیت میکروسکوپی مقدماتی زنجیر طویل مواد آلی در خاک به مولکول های کوچک (قندها، فنل ها یا اسید های آمینه) تبدیل می شود. سپس این مولکول های کوچک توسط پلیمریزاسیون، مولکول های بزرگ با جرم مولکولی بین ۱۰۰۰ gr/mol تا ۱۰۰۰۰ را تولید می کنند. بدین ترتیب هیومیک اسید شکل می گیرد. این واکنشها در دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتیگراد و pH ۸ تا ۷ بوجود می آیند (معارف دوست، ۱۳۷۸).

اسید فولویک بخشی از ترکیبات هوموسی است که در آب و اسید محلول است و دارای رنگ زرد و روشن تا زرد پر رنگ است. هیومین بخشی از مواد هوموسی است و رنگ آن سیاه می باشد (سماوات و همکاران، ۱۳۸۷). اسیدهای هیومیک و فولویک از لحاظ وزن مولکولی، تعداد گروه عامل و میزان پلیمریزاسیون با یکدیگر متفاوت هستند. با افزایش وزن مولکولی میزان کربن و اکسیژن، اسیدیته و درجه پلیمریزاسیون بطور معینی تغییر می کنند. اسید فولویک دارای گروه های عامل اسیدی بیشتری بخصوص COOH نسبت به اسید هیومیک است. اسیدیته کل اسید فولویک ۹۰۰ - ۱۴۰۰ meq/100g - ۴۰۰ - ۸۷۰ meq/100g بطور قابل ملاحظه ای بیشتر از اسید هیومیک است. عقیده بر این است که اسیدهای هیومیک به صورت ماکرو مولکولهای آروماتیکی هستند که با اسیدهای آمینه، قندهای آمینی، لیپیدها و ترکیبات آلیفاتیک پیوند دارند. در ساختمان فرضی اسید هیومیک گروه های آزاد و پیوندی فنیلی، ساختمان کینون، نیتروژن و اکسیژن به صورت پل عمل نموده و گروه COOH بر روی حلقه قرار دارد (سماوات و همکاران، ۱۳۸۷).

ساختمان مولکولی هیومیک اسید از زنجیره های کربن تشکیل یافته که دارای مقادیر زیادی حلقه های آروماتیک است که مستقیماً و یا از طریق پلهای اکسیژن و نیتروژن به یکدیگر متصل شده اند. گروه های اتر، استر، کتو، آمین، آمید و در محل اتصال ذرات هیدروکربن قرار دارند و سبب می گردند که قسمتی از مولکول هیدروفیلیک شود ولی قسمتی از مولکول که فقط دارای کربن و هیدروژن است دارای خاصیت هیدروفوبیک (آب گریز) پیدا می کنند. ساختمان مواد هیومیک بر

^۱ - Humic acids

^۲ - Fulvic acids

^۳ - Humins

اساس pH و نوع فلزات موجود در محیط تغییر می کند. در pH بالا زنجیره کربن آن از هم باز می شود و در pH کم زنجیره آن جمع می گردد. مواد هیومیک فلزات سمی را به صورت نامحلول درآورده و از محیط خارج می نمایند (دی و همکاران، ۲۰۰۰).

۲-۱۴-۱ خصوصیات مواد هیومیکی

خصوصیات مواد هیومیکی بستگی به گروه های عاملی دارد که به زنجیر کربن آن متصل می باشند. این گروه ها ممکن است اسیدی (اسید کربوکسیلیک) و یا قلیایی (آمین و ایمین) و یا خنثی (الکل، آلدئید، کتون، اتر، استر و آمید) باشند. وجود این گروه های عامل سبب خاصیت هیدروفیلیک در ماده هوموسی شده و قسمت های دیگر (لیپوفیلیک) آب گریز می باشند. این خصوصیت صابونی مواد هوموسی سبب اتصال مواد غیر محلول در آب به آن می شود (چربی ها، روغن ها و مولکولهای آلی محلول در آنها) و سبب انتقال آنها را در محلول کلوئیدی خاک فراهم آورده و در نتیجه عبور آنها به ریشه و جذب توسط گیاه تسهیل می شود. ترکیبات هوموسی مواد آلی مختلف دارای دو نوع اسید آلی مهم به نام های اسید هیومیک و اسید فولویک می باشند. اسید هیومیک با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰ - ۳۰۰۰۰۰ دالتون سبب تشکیل کمپلکس پایدار و نامحلول (کندرها) با فلزات میکرو (ریز مغذی) می شود و اسید فولویک با وزن مولکولی کمتر از ۳۰۰۰۰ دالتون سبب تشکیل کمپلکس های محلول با عناصر میکرو می گردد. مجموع این دو اسید می تواند میزان فراهمی عناصر غذایی به ویژه ریز مغذی ها را برای گیاه در کوتاه و بلند مدت افزایش دهد (سماوات و همکاران، ۱۳۸۷). اسید هیومیک با داشتن عوامل فعال اسیدی ضعیف کربوکسیل - بنزوئیک و فنلی مانند یک مبادله کننده کاتیونی بین خاک و گیاه عمل می کند. بدین ترتیب کاتیون مورد نیاز گیاهان را تامین می کند. این اسید با داشتن عناصر حاصلخیز کننده مانند ازت در رشد گیاهان موثر است. بنابراین خاک های برخوردار از هیومیک اسید بیشتر معمولاً حاصلخیزترند (چن و کلاپ، ۱۹۹۹).

۶۰ درصد هوموس خاک از دو پلیمر هیومیک اسید و فولویک اسید تشکیل می شود. کلوئیدی بودن ذرات و شکل پذیری کم و چسبندگی زیاد هوموس از عوامل برجسته آنها در ساختار خاک به شمار می رود. به علت حضور گروه های فعال اسیدی ضعیف، هوموس قادر است که pH خاک را در محدوده تغییرات وسیع pH تثبیت کند (لیو و هانگ، ۱۹۹۹). با افزایش درجه هومیفیکاسیون، مقادیر زیادی از ازت های تثبیت شده توسط میکرو ارگانیسم ها، در ترکیبات هوموسی وارد گشته و بر مقدار ازت هوموس افزوده می شود (کلاپ، ۲۰۰۱). مواد هیومیکی به طور متوسط در ۷۰ درصد از

مواد آلی طبیعی وجود دارد و کلیدی برای فعالیت یونهای کمیاب خاکی است و توانایی انجام فعالیت های پیچیده یونهای فلزی و کنترل غلظت آنها را دارد (اورا و همکاران، ۲۰۰۹).

۲-۱۴-۲- پایداری هوموس

در مطالعاتی که از مواد پرتوزا استفاده شده نشان داده اند که بعضی از کربن های آلی تبدیل شده به هوموس در هزاران سال قبل هنوز در خاک حضور دارند که حاکی از مقاومت بسیار مواد هوموسی در برابر تجزیه میکروبی است. این مقاومت مواد هوموسی به اکسیده شدن در حفظ میزان مواد آلی و نگهداری نیتروژن و سایر عناصر غذایی همراه آن در مقابل معدنی شدن و هدر رفت در داخل خاک مهم می باشد. هوموس به رغم مقاومت نسبی به تجزیه شدن در معرض حمله مداوم میکروبی قرار دارد. بدون افزایش سالانه پسماندهای گیاهی کافی، اکسایش میکروبی سبب کاهش میزان ماده آلی خاک خواهد شد. هر سه گروه از مواد هیومیکی در خاک نسبتاً پایدار می باشند. حتی اسید فولویک که به آسانی قابل تجزیه است در مقابل حمله میکروبی مقاوم تر از اکثر پسماندهای گیاهی تازه افزوده به خاک است. بسته به شرایط محیطی، نیمه عمر در اسید فولویک ممکن است ۵ تا ۱۰ سال باشد. در صورتی که، نیمه عمر اسید هیومیک معمولاً بر حسب قرن بیان می شود (برادی و ویل، ۲۰۰۶).

۲-۱۴-۳- اتصال مواد هوموسی به اجزای معدنی خاک

تحقیقات زیادی نشان داده است که قسمت اعظم مواد هوموسی به کلوئیدهای رس پیوند یافته و فقط قسمت کمی از آن به حالت آزاد وجود دارند. صور مختلف ترکیب مواد هوموسی به مواد معدنی به صورت زیر است:

- نمک اسیدهای آلی با وزن مولکولی کم: این نمک ها از واکنش اسیدهای نظیر استیک، اکسالیک، فوماریک و لاکتیک با مواد معدنی مثل کربنات منیزیم، کربنات کلسیم، کلات آهن و ... حاصل می شوند.
- نمک مواد هوموسی با کاتیون های قلیایی: نمک اسیدهای هیومیک و فولویک با کاتیون های قلیایی، بیشترین ترکیبات هوموسی مشخص در خاک هستند. کاتیون های قلیایی (سدیم، منیزیم، کلسیم و پتاسیم) توسط گروه های عامل اسیدی این مواد (COOH) نگهداری می شوند.

- تشکیل کلات با یون های فلزی: یک کمپلکس هنگامی تشکیل می شود که دو یا چند مکان مختص فلز توسط دهندگان الکترون اشغال شود و تشکیل یک حلقه را بدهد. کاهش میل ترکیبی یون های فلزی در تشکیل کمپلکس به صورت زیر است:
- $Fe > Cu > Ni > Co > Zn > Fe > Mn$ قدرت کمپلکس کنندگی اسیدهای هیومیک و فولویک مربوط به گروه های عامل دارای اکسیژن آن نظیر کربوکسیلی ($COOH$)، فنلی (OH) و $C=O$ است. کمپلکس اسیدهای آلی با وزن مولکولی کم مثل اسید فولویک با یون های فلزی سبب افزایش حلالیت عناصر و تسهیل انتقال آن به ریشه گیاه می شود. از طرف دیگر کمپلکس اسیدهای آلی با وزن مولکولی زیاد مثل اسیدهای هیومیک با فلزات به عنوان منبع ذخیره این عناصر در خاک عمل می کند.
- کمپلکس رس - مواد آلی : مکانیسم های گوناگونی که در جذب مواد هوموسی توسط رس ها نقش دارند شامل موارد زیر می باشد:

الف) نیروهای واندروالس: این نیروها سبب اتصال بین مولکولها می شود ولی قدرت آن ضعیف است. در واقع این نیروها بر اثر نوسانات در چگالی بار الکتریکی اتم ها حاصل می شود. نیروهای واندروالس اهمیت زیادی در جذب مولکولهای خنثی، قطبی و غیر قطبی دارند. به ویژه مولکولهایی که دارای وزن مولکولی زیادی هستند (استیون سون به نقل از سماوات و همکاران، ۱۳۸۷).

ب) تشکیل پیوند توسط پل کاتیونی: آنیون های آلی به علت دارا بودن بار منفی از سطح رس ها رانده می شوند، جذب اسیدهای هیومیک و فولویک توسط رس هایی نظیر مونت موریلینایت هنگامی انجام می شود که کاتیون های چند ظرفیتی در محیط وجود داشته باشند. کاتیون های چند ظرفیتی بر خلاف سدیم و پتاسیم قادرند که با خنثی نمودن بار الکتریکی رس ها و گروه های عامل اسیدی مواد آلی در حفظ خنثایی بار سطحی رس ها موثر باشند. کاتیون های مهمی مانند آهن، آلومینیوم و کلسیم در پیوند ذرات رس به اسیدهای هیومیک و فولویک نقش دارند (فوتیما و مرسک به نقل از سماواتی و همکاران، ۱۳۸۷).

ج) پیوند هیدروژنی: این پیوند بین گروه های قطبی مواد آلی و مولکول آب جذب سطحی شده رس و یا اکسیژن های لایه های سیلیکاتی رس است. قدرت یک پیوند هیدروژنی به تنهایی ضعیف است ولی تعداد زیادی از آن دارای پیوند بسیار قوی می باشد. خشک شدن شدید خاک پیوند بین موادهیومیکی و ذرات رس را شدیدتر می کند. زیرا در این حالت با حذف شدن مولکول آب

فاصله مواد هیومیکی با ذرات رس بیشتر می شود (فوتیما و مرسک به نقل از سماواتی و همکاران، ۱۳۸۷).

د) جذب توسط اکسیدهای آبدار آهن والومینیوم: در بسیاری از خاک ها اکسیدهای آبدار آهن و الومینیوم اهمیت یکسانی با رس ها در جذب مواد آلی دارند. هنگامی که مینرال های رسی و اکسیدهای آبدار آهن و آلومینیوم پوشانده می شوند در این حالت واکنش سطحی رس ها بیشتر متاثر از این مواد می باشد. جذب اسید فولویک در سطوح اکسیدها در اثر جانشینی OH منفی اکسید با یون COO منفی اسید آلی است. هنگامی که چند گروه مواد هوموسی در واکنش شرکت نمایند قدرت پیوند بیشتر می شود (فوتیما و مرسک به نقل از سماواتی و همکاران، ۱۳۸۷).

ه) جذب در سطوح داخلی رس ها: یکی از مکانیسم های مهم در نگهداری پروتئین ها و بار های مثبت آلی کاتیونی توسط سیلیکات های لایه ای قابل انبساط جذب در سطوح داخلی رس ها می باشد. اسید فولویک در سطوح داخلی رس مونت موریلینایت در pH کمتر از ۵/۵ جذب می شود ولی اسیدهای هیومیک با وزن مولکولی زیاد به دلیل بزرگی بین لایه جا نمی گیرند (تنگ و شین تزر، به نقل از سماوات و همکاران، ۱۳۸۷).

۲-۱۴-۴- تجزیه ذرات اسید هیومیک

تجزیه ذرات اسید هیومیک در خاک در شرایط مختلف گزارش شده است. سرعت تجزیه در pH ۴-۵ خیلی آرام صورت می گیرد و سالهای متعددی جهت رسیدن به حد بالانس نیاز دارد. سرعت تجزیه با افزایش pH زیاد شده و در pH ۱۱ سرعت حل شدن در مدت ۳۰ دقیقه حاصل می شود. مونوکربوکسیلیک اسید و علف کش های یونی مانند گلایفوزیت و تو-فور-دی نیز سرعت تجزیه را زیاد می کنند. ولی برعکس حضور کاتیون های غیر آلی مثل باریم، کلسیم و منیزیم باعث کاهش سرعت تجزیه اسید هیومیک می شوند (ماکسیمیلیانو برانیت و همکاران، ۲۰۰۹). یکی از مسائل بغرنج اسید هیومیک وجود آن در بعضی از آبهای زیر زمینی قابل استفاده است بطوری که می تواند به آسانی با کلرین ترکیب شده و به صورت ترکیب سرطان زا در آید و اثر منفی روی سلامت انسانها بگذارد (براتسکیا و شوارز، ۲۰۰۴).

۲-۱۴-۵ - میزان مصرف مواد اسیدهای هیومیک

با توجه به نوع گیاه و نحوه مصرف، مقادیر مختلفی برای این مواد توصیه شده است. مقدار قابل توصیه به روش خیساندن بذر ۰/۰۲ درصد، مقدار مصرف حاکی اسیدهای فوق در هر هکتار ۳۰-۱۰ لیتر در دو یا سه نوبت مرحله رشدی گیاه توصیه می گردد. در کشت های گلدانی نیز غلظت ۳۰-۱۰ میلی گرم در لیتر مناسب است (سماواتی و همکاران، ۱۳۸۷). رشد گیاهان با مصرف ۵۰۰-۵۰ میلی گرم در کیلوگرم اسیدهیومیک افزایش می یابد ولی با مصرف بیش از ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم به طور معنی داری رشد گیاهان کاهش می یابد (اتیه و همکاران، ۲۰۰۲).

۲-۱۴-۶ - مزایای اسیدهای هیومیک

اسیدهای هیومیک سبب بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می گردند که در زیر موارد هر کدام آورده شده است:

الف) بهبود خصوصیات فیزیکی از طریق:

- افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک
- افزایش تهویه خاک
- کاهش فرسایش خاک
- افزایش مقاومت گیاه به خشکی

ب) بهبود خصوصیات شیمیایی خاک از طریق:

- افزایش درصد ازت کل در خاک
- متعادل نمودن خاک های اسیدی و قلیایی
- افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک
- افزایش یافتن جذب مواد غذایی
- فراهمی مواد غذایی مورد نیاز گیاه در طول دوره رشد

ج) مزایای بیولوژیکی اسیدهای هیومیک مربوط به موارد زیر است:

- افزایش تقسیم سلولی و رشد گیاه

- افزایش قطر دیواره سلولی و مقاومت به آفات و بیماریها
- افزایش درصد جوانه زنی بذر
- افزایش میکروب های مفید خاک
- افزایش میزان ویتامین ها در گیاه
- افزایش رشد ریشه
- افزایش میزان آنزیم ها در گیاه
- افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه (چن و همکاران، ۲۰۰۱؛ مارشدر، ۱۹۹۹؛ کاپولینک، ۱۹۹۶).

کاتیونها توسط بار منفی مواد هوموسی جذب می شوند ولی به علت اینکه بار منفی ریشه بیشتر از بار منفی مواد هوموسی است، لذا این کاتیون ها به راحتی در اختیار ریشه قرار گرفته و جذب می شوند. سال های زیادی اثرات تحریک کننده مواد هیومیکی به مواد شبه هورمونی نسبت داده می شد. زیرا عمل مواد هیومیکی شبیه به اکسین، سیتوکسین و آبسزیک اسید بود ولی این فرضیه مدت زیادی دوام نیاورد (کلاپ و همکاران، ۲۰۰۱). اسیدهای هیومیک همانند اسید فولویک با تحریک رشد میکروبی، پتانسیل بیشتری در کمپلکس نمودن عناصر دارند (تان، ۲۰۰۳). در سیستم طبیعی خاک مجموع این دو اسید اثرات فزاینده ای نسبت به اثر هر یک به تنهایی دارد. مواد هیومیکی عناصر آهن، روی، مس و بسیاری از عناصر جزئی را کلات می نماید. عناصری مانند روی و مس که به طور طبیعی در سنگ فسفات وجود دارد رشد پاتوژن ها را متوقف نموده و رشد میکروب های مفید را افزایش می دهد (کلاپ، ۲۰۰۱). مواد هیومیکی تواما با کمپلکس نمودن کاتیون ها و آنیون ها به طور همزمان دارای اثرات سینرژیکی هستند (کلاپ و همکاران، ۲۰۰۱). مواد هیومیکی می توانند حلالیت سنگ فسفات را از طریق آزاد نمودن آنیون فسفات و کاتیون کلسیم افزایش دهند. زیرا اسیدیته کل در محلول حاصله کاهش یافته و عمل سوخت و ساز میکروبی بهبود می یابد (دی و همکاران، ۲۰۰۰).

۲- ۱۴- ۷- روش استفاده اسیدهای هیومیک و فولویک

- این مواد را می توان توام با سایر کودهای شیمیایی و یا مستقیما در خاک استفاده کرد.
- این مواد را می توان در طول فصل رشد مستقیما در ناحیه رشد ریشه تزریق نمود.
- این مواد را می توان از طریق آب آبیاری، محلول پاشی، مصرف خاکی، خیساندن بذر و سیستم های تحت فشار مورد استفاده قرار داد.

- این مواد با اکثر کودهای شیمیایی سازگار و قابل اختلاط است.
- مصرف مستقیم این مواد برای گیاه سمیت ایجاد نمی نماید. بهتر است مخلوط اسید هیومیک و فولویک توامان مورد استفاده قرار گیرد. (سماوات و همکاران، ۱۳۸۷).

۲-۱۴ - ۸ - مصرف اسید هیومیک و رابطه آن با کاهش بیماری ها و تجزیه بقایای علف کشها

اسید هیومیک باعث تنظیم بعضی از پروسه های توسعه گیاهان می شود. از جمله جذب عناصر ماکرو و میکرو، همچنین عصاره آن باعث کنترل بیماری جرب سیب^۱، بادزدگی گوجه فرنگی و کاهش سرایت بیماری در گوجه فرنگی می شود (اوهل و همکاران، ۲۰۰۴). ترکیبات هوموسی توانایی حل کردن، تحرک و انتقال فلزات در خاک را دارند. ترکیبات هوموسی می توانند مامور انجام فعالیت های پیچیده ای در خاک باشند. در اکثر مواقع یون های آزاد فلزی سریعتر از سایر گونه های فلزی برای ایجاد مسمومیت مطرح هستند که ترکیبات هوموسی باعث کاهش سمیت فلزی می شود (وانمی و همکاران، ۲۰۰۱). در شرایط آسیب دیدگی ریشه ها بر اثر بیماری های پی تیوم، فوزاریوم، فیتوفترا بهره گیری از عناصر غذایی کم مصرف به روش مصرف برگی می تواند بسیار مثر ثمر باشد (آلووین، ۲۰۰۳). وایتی و چامبلیس (۲۰۰۵) مشکل اساسی ذرت، سورگوم، غلات دانه ریز و بادام زمینی در نواحی مرکز و شمال فلوریدا را کمبود عناصر ریز مغذی آهن، روی، منگنز، و مس دانسته که ناشی از وجود خاک های شنی با محتوای ماده آلی کم، pH بالای خاک و عدم مصرف کودهای ریز مغذی در گذشته دانستند. آنها عنوان کردند مصرف برگی این عناصر به میزان ۳ کیلوگرم در هکتار در دفعات متعدد می تواند در رفع کمبود عناصر مزبور کمک کند.

محلول پاشی گیاهان مرتعی فلوریدای آمریکا با عناصر ریز مغذی آهن، مس، روی، منگنز و کبالت در افزایش علوفه تولیدی در مراتع و کاهش بیماری ورم پستان و مسمومیت دام های گوشتی از عوامل بیماریزا موثر واقع شده است (مکروول، ۲۰۰۲). سموم باعث آلودگی خاک، آب و آبهای زیرزمینی می شود. اسید هیومیک در فتولیز کردن علف کش آترازین در خاک کمک می کند. غلظت

¹ - Apple scab

کمتر اسید هیومیک باعث ایجاد حساسیت برای فتولیز آترازین می شود ولی در غلظت بالاتر، اسید هیومیک باعث جداسازی رادیکال ها و تحریک فتولیز آترازین می گردد (چن و چو، ۲۰۰۵).

۲- ۱۴ - ۹- تغذیه گیاهان از طریق محلول پاشی

افزایش روزافزون قیمت کودهای شیمیایی در جهان، ضرورت اقتصادی بودن تولید، آلودگی آبهای زیرزمینی و تخریب ساختمان خاک در اثر مصرف بی رویه و ناآگاهانه کودهای شیمیایی مشکلاتی هستند که بایستی با روش هایی آنها را حل نمود. تغذیه برگ^۱ روشی است جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و خطرات محیطی آنها. با تغذیه برگ می توان عناصر غذایی را مستقیماً در اختیار شاخ و برگ یا میوه قرار دهیم. بعضی از اندام های گیاه مثل میوه نسبت به کل گیاه به عناصر غذایی بخصوصی مثل کلسیم نیاز بیشتری دارند. در بعضی از موارد مخصوصاً موقعی که پدیده ناسازگاری (آنتاگونیستی) مواد از طریق ریشه اشکال ایجاد می کند و یا افزودن موادی به خاک موجودات زنده خاک را از بین می برد تغذیه برگ اهمیت زیادی پیدا می کند. در شرایط خاک های ایران استفاده از عناصری مانند بور، مس، منگنز، منیزیوم و روی بخاطر ویژگی هایی از قبیل برطرف نمودن سریع کمبود، آسانتر بودن مصرف، کاهش سمیت ناشی از تجمع این عناصر در خاک بهتر است که بصورت محلول پاشی انجام شود (ملکوتی و طباطبائی، ۱۳۷۶).

۲- ۱۴ - ۹- محاسن تغذیه برگ

- جذب پایین عناصر در خاک : در خاک های آهکی ایران به دلیل بالا بودن pH ، آهک فراوان و مصرف فسفات بیش از نیاز در گذشته، جذب آهن و منگنز معمولاً کم است و تحت چنین شرایطی کمبود آهن و روی بیشتر دیده می شود. محلول پاشی در چنین مواقعی موثرتر و باصرفه تر است (ملکوتی و طباطبائی، ۱۳۷۶).
- کاهش فعالیت ریشه در طول مرحله زایشی و میوه دهی: در طول مرحله زایشی در اثر رقابت برای جذب کربو هیدرات ها بین اندام های زایشی (دانه و میوه) و ریشه ها، از فعالیت ریشه ها کاسته شده و در نتیجه جذب مواد غذایی کاهش می یابد. در این مرحله محلول پاشی می تواند این کاهش جذب را جبران نماید (مارتسنر، ۱۹۹۵).

¹ - Foliar Application

- غنی سازی محصولات کشاورزی و دامی: در غلات محلول پاشی با اوره، سولفات روی و کلات آهن در مرحله آخر رشد منجر به افزایش مقدار پروتئین، روی و آهن دانه ها می شود. بنابراین برای بهبود کیفی غلات از لحاظ ارزش غذایی بخصوص افزایش مقدار روی و آهن آن در اواخر مرحله رشد زمانی که برگ ها چندان زرد نشده و زمان تشکیل دانه می باشد محلول پاشی عناصر فوق ضروری می باشد (ملکوتی و طباطبائی، ۱۳۷۶).

۲- ۱۵- مصرف اسید هیومیک در سیب زمینی

توسعه ریشه سیب زمینی به ویژه در ابتدای فصل رشد از اهمیت ویژه ای برخوردار است. اسید هیومیک به عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی می تواند از طریق اثرات هورمونی و بهبود جذب عناصر غذایی، افزایش بیوماس ریشه و اندام هوایی را دنبال داشته باشد (سانشر و همکاران، ۱۹۹۸). خیساندن بذر سیب زمینی به مدت ۲۴ ساعت در محلول ۰/۰۲ درصد اسیدهای هیومیک میزان عملکرد را ۲۳ درصد افزایش داده، کیفیت غده بهبود یافت و میزان نیتрат در غده کاهش نشان داد (سماوات و همکاران، ۱۳۸۷). فورتون و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقات خود روی تاثیر مواد هیومیکی (اسید هیومیک) بر سیب زمینی مشاهده نمودند که اثر معنی داری در اندازه چشم های سیب زمینی ایجاد می گردد. این حالت ناشی از افزایش نگهداری مواد غذایی در منطقه رایزوسفر است که منجر به تداوم فراهمی مواد غذایی گیاهی و گسترش کیفیت جوانه های سیب زمینی می شود، افزایش عملکرد سیب زمینی می تواند با افزایش چسبندگی خاک به علت حجم زیاد مواد آلی در کاربرد اسید هیومیک باشد. با مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار مواد هیومیکی همراه با آب آبیاری در چندین نوبت در مزرعه سیب زمینی عملکرد بیشتری از ۶۰ کیلوگرم در هکتار داشت که باعث نگهداری رطوبت و پتانسیل فراهمی مواد غذایی در خاک ها شنی را زیاد می کند (سیواسمی، ۲۰۰۶).

در آزمایشی اثر ۶۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار بر سیب زمینی بررسی شد. این مقدار اسید هیومیک از طریق آبیاری قطره ای و سطحی و زیر سطحی به خاک اضافه گردید نتایج نشان داد که مصرف ۱۲۰ کیلوگرم اسید هیومیک در هکتار به روش زیر سطحی نه تنها در این روش از آبشوی مواد غذایی جلوگیری شد بلکه باعث افزایش کیفیت و عملکرد سیب زمینی نسبت به کاربرد ۶۰

کیلوگرم در هکتار شد. همچنین بعد از برداشت محصول نیز مقدار مواد آلی خاک افزایش یافت (سلیم و همکاران، ۲۰۰۹).

۲-۱۵-۱- تأثیر مصرف اسید هیومیک در سایر گیاهان زراعی

توسعه ریشه گندم بویژه در ابتدای فصل رشد از اهمیت ویژه ای برخوردار است. اسید هیومیک به عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی از طریق اثرات هورمونی و بهبود جذب عناصر غذایی سبب افزایش بیوماس ریشه و اندام هوایی می شود. در آزمایش بر روی دو رقم گندم پاییزه سایونز و سبلان با مصرف اسید هیومیک با مقدار های صفر، یکصد، دویست، سیصد میلی گرم در لیتر نتایج نشان داد که اسید هیومیک بطور معنی داری نسبت سطح ریشه به سطح برگ و کلروفیل برگ را افزایش داد. رقم سبلان بیشترین سطح، قطر، مجموع طول و وزن ریشه را دارا بود و با مصرف سیصد میلی لیتر سبلان در استفاده از اسید هیومیک کارا تر از رقم سایونز بود (سبزواری و همکاران، ۱۳۸۸). مطالعات نشان داده است که اسید هیومیک می تواند به عنوان تنظیم کننده رشد برای تنظیم سطح هورمون ها، بهبود در رشد گیاهان و افزایش تحمل به تنش مورد استفاده قرار گیرد (سرنلا و همکاران، ۲۰۰۲). اسید هیومیک باعث افزایش جذب مواد غذایی از طریق افزایش نفوذ غشاء سلولی ریشه ها در خاک می شود (ریگی و همکاران، ۱۹۹۶). با تحریک رشد ریشه ها، تارهای کشنده نیز تکثیر می یابند. در شرایط تنش خشکی محلول پاشی اسید هیومیک باعث افزایش نگهداری آب برگ و فتوسنتز و کاهش متابولیسم آنتی اکسیدانی می شود (فوجیو و همکاران، ۱۹۹۵). محلول پاشی اسید هیومیک در گندم باعث افزایش شاخص سطح برگ (LAI) می شود. در شرایط خشکی محلول پاشی گندم با اسید هیومیک و تغذیه خاکی با منبع ازت باعث پر شدن دانه ها می شود (بانگ و همکاران، ۲۰۰۰).

اسید هیومیک فعالیتی شبیه هورمون دارد. از این رو نه تنها باعث افزایش رشد گیاه و جذب مواد مغذی شده بلکه باعث بهبود مقاومت به استرس نیز می شود. اسید هیومیک می تواند به عنوان تنظیم کننده رشد برای تنظیم سطح هورمون ها، بهبود در رشد گیاهان و افزایش تحمل به تنش مورد استفاده قرار گیرد (سرنلا و همکاران، ۲۰۰۲). مواد هیومیک افزوده شده به خاک باعث اثرات سودمندی در ساختار خاک و جمعیت های میکروبی آن میشود. فرضیه های زیادی برای اثرات اسید هیومیک پیشنهاد شده اند که برخی از آنها عبارتند از: شکل گیری مجتمع بین اسید هیومیک و یونهای معدنی، تجزیه اسید هیومیک به آنزیم هادر گیاهان، اثر مفید بر تنفس، فتوسنتز و همچنین

تحریک متابولیسم اسیدهای نوکلئیک و فعالسازی هورمون های دیگری شود. (پادم و اوکال، ۱۹۹۹؛ دورسان و همکاران، ۲۰۰۲؛ دوگان و دیمر، ۲۰۰۴؛ تورکمن و همکاران، ۲۰۰۴).

در تحقیقی توسط یلدرم (۲۰۰۷) با مصرف اسید هیومیک به مقدار ۰، ۲۰، ۱۰، میلی لیتر بر روی گوجه فرنگی به دو صورت محلول پاشی و همراه با آب آبیاری در سه مرحله انجام گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که اسید هیومیک باعث افزایش مقدار اسید اسکوربیک میوه های گوجه فرنگی شد. بیشترین میزان افزایش اسید اسکوربیک مربوط به مصرف بیست میلی لیتر اسید هیومیک به صورت محلول پاشی بود.

نتایج مشابهی توسط پادم و اوکال (۲۰۰۴) گزارش شد. بیشترین عملکرد با مصرف ۲۰ میلی لیتر اسید هیومیک به صورت محلول پاشی و خاکی بود که باعث افزایش ساقه و میزان ماده خشک در مقایسه با شاهد بود. بیشترین تعداد میوه ها با مصرف ۲۰ میلی لیتر اسید هیومیک بصورت محلول پاشی به دست آمد.

۳-۱- مشخصات محل اجرای آزمایش

آزمایش در سال زراعی ۹۰-۸۹ در استان قزوین شهرستان آوج، روستای اردلان مزرعه پژوهشی مرکز جهاد کشاورزی با مختصات عرض جغرافیای ۳۵ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیای ۴۸ درجه و ۵۶ دقیقه و ارتفاع ۱۷۲۰ متر از سطح دریا اجرا شد.

۳-۲- نزولات آسمانی

نزولات آسمانی در طول سال های مختلف متغیر بوده و غالب نزولات در ماههای آذر، دی و بهمن به صورت برف و مابقی سال نزولات آسمانی معمولاً به صورت باران حادث می شود. براساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی آوج در سال ۱۳۸۹ میانگین دما ۱۷/۷۸ درجه سانتیگراد و میزان بارندگی در طول سال ۴۵۲/۷ میلی متر گزارش گردیده است. مقدار کمینه و بیشینه دما، تعداد ساعات آفتابی، میزان بارندگی، درصد رطوبت در طی سال ۱۳۸۹ در جدول ۳-۱ نشان داده شده است.

جدول ۳-۱- دمای کمینه و بیشینه، میزان بارندگی، تعداد ساعات آفتابی و درصد رطوبت نسبی محل آزمایش

ماه	حداقل دما (درجه سانتیگراد)	حداکثر دما (درجه سانتیگراد)	میزان بارندگی (میلی متر)	تعداد ساعات آفتابی	رطوبت نسبی (درصد)
فروردین	-۶/۱	۱۹/۲	۸۷	۲۲۵/۸	۶۰
اردیبهشت	۶/۶	۱۷/۸	۱۴۴/۷	۲۵۲	۵۹
خرداد	۱۱/۹	۲۶/۷	۱/۴	۳۵۳/۵	۳۵
تیر	۱۵/۶	۳۲	۰	۳۶۷/۹	۳۳
مرداد	۱۳/۷	۲۹	۰	۳۳۹/۸	۳۶
شهریور	۱۱/۶	۲۷/۶	۱۴/۶	۳۰۹/۸	۴۲
مهر	۱۰	۲۳/۵	۴/۹	۲۸۵/۴	۳۸
آبان	۲/۴	۱۴/۴	۴۴/۱	۲۳۳/۷	۵۱
آذر	-۳	۱۱/۲	۳۶/۳	۲۲۷/۲	۴۳
دی	-۷	۳/۲	۳۴/۷	۱۶۲/۷	۶۸
بهمن	-۶/۳	۱/۹	۲۳/۴	۱۸۳/۹	۶۵
اسفند	-۲/۵	۶/۹	۶۱/۶	۱۸۲/۸	۶۶

۳-۳- مشخصات خاک محل اجرای طرح

بافت خاک محل اجرای آزمایش بر اساس آزمایشات خاک شناسی، لوم شنی با pH حدود ۷/۶۹ می باشد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای طرح در جدول ۳-۲ ارائه گردیده است.

جدول ۳-۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای طرح

بافت خاک (Texture)	شن (Sand%)	سیلت (Silt%)	رس (Clay%)	ازت کل (N%)	پتاسیم ppm	فسفر ppm	کربن آلی (OC)	pH	هدایت الکتریکی (EC) $ds\ m^{-1}$
لوم شنی	۴۵	۳۳	۲۲	۰/۰۶	۳۸۲/۳	۲۱/۲	۰/۶۴	۷/۶۹	۰/۷۷۰

۳-۴- مشخصات طرح آزمایشی و تیمارها

آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. هر تکرار دارای ۱۲ پلات با ابعاد ۳×۶ متر و فاصله خطوط کشت ۷۵ سانتی متر و فاصله بوته ها در ردیف ۲۵ سانتی متر منظور گردیده بود. تیمارها شامل: چهار سطح اسید هیومیک، (شاهد (H1)، ۷۰۰ (H2)، ۱۴۰۰ (H3)، ۲۱۰۰ میلی لیتر (H4) در هکتار) و سه سطح ورمی کمپوست، (شاهد (V1)، ۴ (V2)، و ۸ تن (V3) در هکتار) می باشند که نقشه کشت آن در جدول ۳-۳ ارائه گردیده است.

جدول ۳-۳- مشخصات نقشه کشت

H1V2	H2V3	H1V1	H4v3	H1V3	H2V2	H2V1	H3V2	H3V3	H4V1	H4V2	H3V1
H4V2	H2V2	H3V2	H1V1	H2V1	H3V3	H4V3	H1V2	H1V3	H3V1	H2V3	H4V1
H4V1	H1V3	H3V1	H1V2	H2V2	H4V2	H2v1	H3V3	H3V2	H4V3	H1V1	H2V3

۳-۵- آماده سازی زمین

در پاییز سال قبل به وسیله گاواهن برگردان دار به صورت عمیق به عمق ۳۵-۳۰ سانتی متر شخم زده شد و سپس مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیم و مقدار ۵۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم

(قابل ذکر است که به علت حساسیت سیب زمینی به کلر از کود کلرور پتاسیم در مزارع سیب زمینی نباید استفاده شود) در مزرعه پخش و به وسیله دیسک با خاک کاملاً مخلوط گردید. سپس مزرعه تا فصل بهار به حال خود رها گردید، حدود ۱۵ روز قبل از کشت، عمود بر شخم پاییزه شخم سطحی دیگری زده شد و سپس توسط دیسک، عملیات دیسک زنی و توسط لولر عملیات تسطیح انجام شد.

۳-۶- عملیات کاشت غده های سیب زمینی

پس از اتمام عملیات آماده سازی و تسطیح زمین، به وسیله دستگاه سیب زمینی کار پشته هائی به فاصله ۷۵ سانتی متر ایجاد و مزرعه آماده کشت گردید. جهت کاهش سرایت بیماریهای قارچی از غده های هم اندازه و بدون بریدن آنها و به اندازه های تقریباً یکسان (حدود ۶۰-۵۰ گرم) انتخاب و توسط قارچ کش کاربندازیم ضدعفونی و آماده کشت گردیدند. رقم مورد کشت، رقم آگریا بود که در فصل قبل خصوصیات زراعی آن شرح داده شد.

۳-۷- تاریخ و نحوه کاشت

پس از عملیات آماده سازی زمین و ایجاد فارو توسط دستگاه سیب زمینی کار، پلات های مربوطه آماده و طبق نقشه طرح عملیات رندومیزاسیون انجام و توسط فوکا شیاری به عمق ۱۰ سانتی متر در اطراف پشته ایجاد شده و ورمی کمپوست به میزان محاسبه شده برای هر خط بطور یکنواخت پخش و روی آنها با خاک پوشانده شد. در تاریخ ۱۳۸۹/۰۳/۱۰ عملیات کاشت به صورت دستی و به فاصله ۲۵ سانتی متر از همدیگر انجام شد.

۳-۸- آبیاری

پس از کاشت مزرعه بلافاصله آبیاری به صورت عمقی انجام گرفت، به منظور تسهیل و تسریع در جوانه زنی یکنواخت آبیاری دوم به فاصله ۶ روز انجام گرفت و آبیاری های بعدی هر ۸ روز یکبار انجام گرفت.

۳-۹- عملیات داشت

در طی مرحله داشت سه مرتبه عملیات وجین علفهای هرز به صورت دستی انجام گرفت. مهمترین گونه های علف هرز به ترتیب فراوانی آنها در سطح مزرعه شامل پیچک صحرائی، تاج خروس، خرفه، سلمه

تره، دم روباهی و شاه تره بودند. عملیات خاک دهی پای بوته نیز طی دو مرحله و به صورت دستی انجام گرفت. در طی مراحل داشت هیچ گونه عملیات سمپاشی شیمیائی انجام نگرفت. تیمارهای محلول پاشی با اسیدهیومیک در طی مراحل رشدی سه مرتبه با دُزهای تعیین شده اعمال گردیدند. اولین محلول پاشی بعد از استقرار کامل گیاه، و دومین مرحله محلول پاشی در شروع غده بندی و سومین مرحله آن در زمان غده بندی و شروع پرشدن غده ها انجام گرفت.

۳-۱۰- نمونه برداری

به منظور بررسی تغییرات سطح برگ و وزن خشک اولین نمونه گیری پس از استقرار کامل مزرعه انجام گرفت و نمونه های بعدی به فاصله هر دوازده روز یکبار و به تعداد ۶ مرتبه در طول دوره رشد از مزرعه انجام گرفت. در نهایت پس از رسیدگی کامل غده ها و قبل از برداشت نمونه گیری نهائی انجام شد. در هر نمونه برداری از هرپلات آزمایشی ۲ نمونه با احتساب حاشیه ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت به نحوی انتخاب شدند که بتوانند تا حد زیادی خصوصیات واحد آزمایشی مربوطه را نشان دهند. نمونه گیری بصورت برداشت کامل بوته انجام گرفت سپس نمونه ها به آزمایشگاه منتقل شدند و بعد از جداسازی قسمت های مختلف، صفات مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۳-۱۰-۱- اندازه گیری سطح برگ (LAI)

اندازه گیری سطح برگ به صورت دستی و با استفاده از کاغذ شطرنجی و با استفاده از رابطه $A=0.75*L*W$ انجام می گرفت که در آن (L) طول برگ و (W) پهنای برگ برحسب cm و (A) مساحت برگ (cm^2) بود. در ابتدا با استفاده از کاغذ شطرنجی سطح برگ های چند بوته محاسبه شد و طول و عرض آنها اندازه گیری شد. سپس رابطه طول با عرض کالیبره گردید که رابطه زیر بدست آمد.

$$A=0.75* L*W$$

۳-۱۰-۲- اندازه گیری وزن خشک

پس از انتقال گیاه به آزمایشگاه اندازه گیری سطح برگ، نمونه های برگ، ساقه و غده به طور جداگانه در پاکت های کاغذی شماره دار به آون منتقل و در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک می شدند. سپس نمونه ها به مدت ۲۵-۲۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه نگهداری می شدند تا با محیط به تعادل دمائی برسند و در نهایت با ترازوی حساس توزین می شدند. درحین نمونه برداری خصوصیات نظیر

ارتفاع بوته، تعداد ساقه، اندازه گیری و یادداشت می شد. در زمان رسیدگی غده های سیب زمینی خصوصیات مانند تعداد غده در بوته، وزن غده ها در بوته بر حسب گرم، درصد ماده خشک غده، و در نهایت عملکرد غده ها بر حسب تن در هکتار تعیین گردیدند. داده ها با نرم افزار MSTATC آنالیز و میانگین ها به وسیله آزمون LSD در سطح ۵ و ۱ درصد از نظر آماری مقایسه شدند و نمودارهای حاصل نیز به وسیله نرم افزار EXCEL رسم گردیدند.

۴-۱- تا تیر سطوح مختلف اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر ارتفاع بوته

اثر سطوح مختلف اسید هیومیک بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی دار شد. (جدول ۴-۱). نتایج جدول ۴-۲ نشان می دهد که بیش ترین ارتفاع گیاه با مصرف ۲۱۰۰ میلی لیتر و کمترین ارتفاع در تیمار شاهد (عدم مصرف اسید هیومیک) حاصل گردیده است. حداکثر و حداقل ارتفاع به ترتیب ۵۷ و ۴۳/۹ سانتیمتر بود. از لحاظ این صفت بین سطوح ۷۰۰، ۱۴۰۰ و ۲۱۰۰ میلی لیتر تفاوت معنی دار دیده نشد. به نظر می رسد اسید هیومیک به عنوان تنظیم کننده رشد برای تنظیم سطح هورمونها، بهبود رشد گیاهان و افزایش تحمل به تنش مورد استفاده قرار می گیرد، اسید هیومیک به علت افزایش غلظت هورمونهای چون اکسین، جیبرلین و سیتوکنین نقش بارزی در افزایش ارتفاع گیاه دارد (اتیه و همکاران، ۲۰۰۲). نتیجه فوق با نتایج ریگی (۱۳۸۲) بر روی گیاه برنج و تحقیقات اتیه و همکاران (۲۰۰۲) بر روی گیاهان هویج و همیشه بهار و یلدریم (۲۰۰۷) بر روی گوجه فرنگی مطابقت دارد.

اثر ورمی کمپوست بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی دار شد (جدول ۴-۱). به طوری که بیشترین ارتفاع بوته ۵۴/۴ سانتی متر با مصرف ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار و کمترین ارتفاع ۴۶ سانتی متر در شاهد (عدم مصرف ورمی کمپوست) حاصل شد (جدول ۴-۳). ورمی کمپوست از طریق افزایش نگهداری عناصر غذایی و ازدیاد هورمونهای تنظیم کننده رشد و همچنین فراوانی فعالیت میکرو ارگانیسم ها باعث تجمع ازت توسط گیاه شده و ارتفاع گیاه را افزایش می دهد (ارنکون و همکاران، ۲۰۰۵). نتایج مشابهی توسط دوگان و دیمیر (۲۰۰۴)، ترکمن و همکاران (۲۰۰۴) در گیاه گوجه فرنگی بدست آمده است. این حالت در تحقیقات راجویر و همکاران (۲۰۰۸) در خصوص تاثیر مصرف ورمی کمپوست بر روی گیاه توت فرنگی نیز به اثبات رسیده است. تاثیرات مثبت ورمی کمپوست از طریق تحریک فعالیت های میکروبی خاک، بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نفوذپذیری و افزایش دسترسی عناصر ماکرو و میکرو باعث تسریع در فرایند فتوسنتز و رشد گیاه نسبت داده می شود. در تحقیقی که توسط روی و سینک (۲۰۰۶) انجام شد، مشاهدات بیانگر آن بود که کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست در مقایسه با عدم کاربرد آن، سبب افزایش قابل توجه تعداد سنبله در بوته جو گردید. آنها دریافتند که استفاده از ورمی کمپوست از طریق تحریک میکرو ارگانیسم های مفید خاک و عرضه مداوم و پایدار عناصر معدنی به گیاه موجب این افزایش شده است.

جدول ۴-۱ میانگین مربعات ارتفاع بوته (سانتیمتر)

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۳۰/۴
اسید هیومیک	۳	۳۰۸/۹***
ورمی کمپوست	۲	۹۹/۹***
اسید هیومیک*ورمی کمپوست	۶	۲۱/۲
اشتباه	۲۲	۱۴

* معنی دار در سطح ۰/۰۵ و *** معنی دار در سطح ۰/۰۱

جدول ۴-۲ مقایسه میانگین ارتفاع بوته در سطوح مختلف اسید هیومیک

ارتفاع (سانتیمتر)	اسید هیومیک
۴۳/۹b	صفر (شاهد)
۵۳/۱a	۷۰۰ میلی لیتر
۵۵a	۱۴۰۰ میلی لیتر
۵۷a	۲۱۰۰ میلی لیتر

جدول ۴-۳ مقایسه میانگین ارتفاع بوته در سطوح مختلف ورمی کمپوست

ارتفاع (سانتیمتر)	ورمی کمپوست
۴۹/۴b	صفر (شاهد)
۵۳/۵a	۴ تن
۵۴/۵a	۸ تن

۴-۲ - تاثیر سطوح مختلف اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر عملکرد غده

نتایج حاصل از تحلیل واریانس نشان می دهد که اسید هیومیک در سطح احتمال ۰/۰۱ تاثیر معنی داری بر عملکرد غده دارد (جدول ۴-۴). محلول پاشی با غلظت های ۷۰۰، ۱۴۰۰ و ۲۱۰۰ میلی لیتر در هکتار اسید هیومیک به ترتیب ۵/۶، ۱۱/۸ و ۱۹/۴ درصد در هکتار عملکرد غده ها را نسبت به شاهد (عدم مصرف اسید هیومیک) افزایش داد (شکل ۴-۱). یکی از مهمترین عوامل احتمالی در افزایش عملکرد، افزایش تنوع میکروبی و فعالیت آنها در خاک و افزایش دسترسی عناصر میکرو و ماکرو مانند پتاسیم، کلسیم، منیزیم، روی، آهن، مس و فسفر و در نتیجه بهبود حاصلخیزی خاک می باشد. نسبت دادن افزایش عملکرد به هر یک از عوامل مستلزم آزمایش هر یک از آنها و مقایسه با تیمارهایی بغیر از اسید هیومیک و ورمی کمپوست است که در این آزمایش اهداف فوق مورد نظر نبوده ولی به دلیل اینکه در بررسی منابع نیز ذکر گردید به علت ارتباط مصرف مواد آلی و کاهش بیماری ها می توان افزایش عملکرد را به کاهش بیماری ها نیز نسبت داد. چون با وجود بیماری هایی چون سفیدک و زنگ به علت کاهش سطح فتوسنتز کننده از تولید کاسته خواهد شد. عملکرد بالا را می توان به جذب عناصر غذایی ماکرو و میکرو از طریق جذب برگی و افزایش فتوسنتز نسبت داد. سلیم و همکاران (۲۰۰۹) در کشور مصر با مصرف اسید هیومیک با آب آبیاری در محصول سیب زمینی مشاهده نمودند که نه تنها از آبیاری مواد غذایی جلوگیری شد بلکه باعث افزایش کیفیت و عملکرد سیب زمینی شد. نعمتی (۱۳۹۰) گزارش نمود که عملکرد دانه در ذرت رقم ۷۰۴ با مصرف اسید هیومیک نسبت به شاهد افزایش معنی دار پیدا نمود. ایشان علت آن را افزایش فتوسنتز و جذب مواد غذایی از طریق برگ و نیز زیاد شدن فعالیت هورمونی و آنتی اکسیدانی ذرت ذکر کرد. دوگان و دیمر (۲۰۰۴) اعلام نمودند که مصرف برگی و خاکی اسید هیومیک باعث افزایش مقدار اسید اسکوربیک و کیفیت میوه های گوجه فرنگی شد.

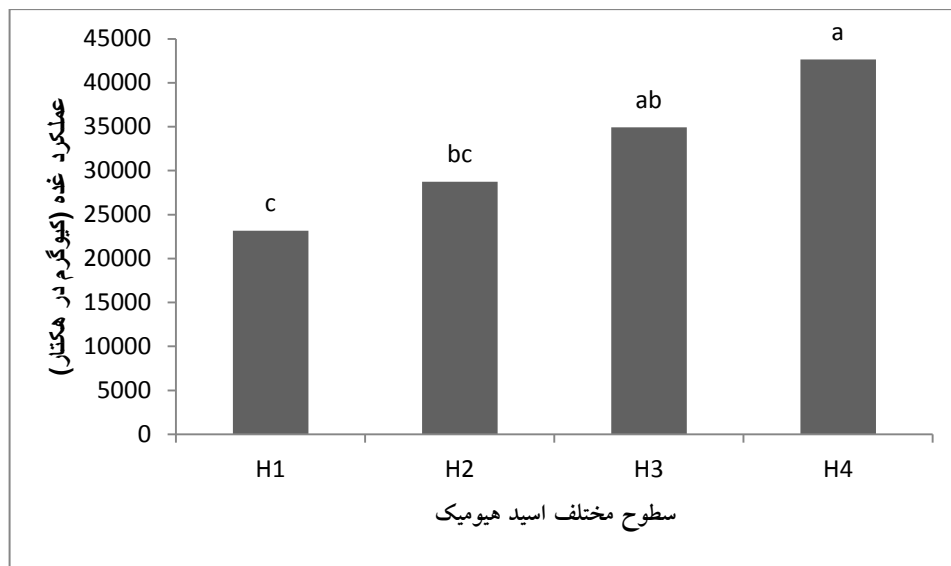
تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست نیز بر میزان عملکرد غده در سطح ۰/۰۱ معنی دار شد (جدول ۴-۴). به گونه ای که کاربرد ۴ و ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار، عملکرد غده ها را به ترتیب ۹/۸ و ۲۳/۹ تن در هکتار نسبت به شاهد افزایش داد (شکل ۴-۲). آلام و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی های خود با مصرف ورمی کمپوست و کودهای شیمیایی در عملکرد سیب زمینی، بیشترین عملکرد غده را با مصرف ۱۰ تن ورمی کمپوست همراه با ۱۰۰ درصد مقدار توصیه شده کودهای NPK به دست آوردند. آنها علت افزایش تولید را عرضه بهتر مواد غذایی مورد نیاز گیاه با مصرف مقادیر توصیه شده کودهای شیمیایی و تاثیر ترکیبات هورمونی موجود در ورمی کمپوست و اثرات آنها بر رشد و عملکرد گیاه عنوان نمودند. آرانکون و همکاران (۲۰۰۶) با مصرف

دو نوع ورمی کمپوست تهیه شده از کود گاوی، ضایعات کاغذ و مواد غذایی به نسبت ۵ و ۱۰ تن در هکتار گزارش نمودند که تاثیر مثبت ورمی کمپوست بر میوه فلفل بیشتر از گوجه فرنگی و توت فرنگی بود. بطور کلی، افزایش عملکرد در اثر کاربرد ورمی کمپوست می تواند مربوط به بهبود ساختمان خاک، افزایش حجم ریشه و ظرفیت نفوذ پذیری آن، تحریک فعالیت های میکروبی خاک، افزایش فعالیت آنزیم های حیاتی و در پی آن افزایش جذب و فراهم شدن شرایط مناسب جهت رشد با افزایش دسترسی عناصر ماکرو و میکرو باشد (اتیه و همکاران، ۲۰۰۲).

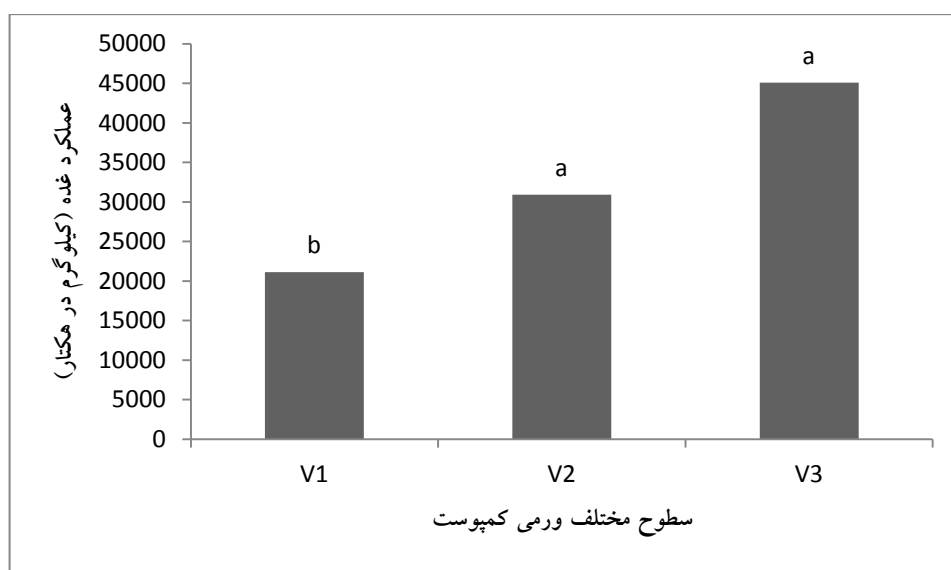
موهانتی و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که مصرف ورمی کمپوست در گیاه بادام زمینی باعث افزایش چشمگیر غلظت فسفر در دانه نسبت به تیمار کنترل شد. گزارش شیرا پوترا و همکاران (۲۰۰۴) نیز نشان داد که مصرف ورمی کمپوست در گیاه خربزه درختی باعث بهبود قابل ملاحظه غلظت فسفر گیاه در مقایسه با شاهد شد. مواد آلی از جمله ورمی کمپوست فرایند هوموسی شدن و فعالیت های میکروبی و آنزیمی خاک را افزایش داده و موجبات پایداری و نفوذ پذیری بیشتر خاک را فراهم می کنند. همچنین اتصال ذرات معدنی مانند کلسیم، منیزیم و پتاسیم در کلوئیدهای هوموس و رس، را افزایش می دهند، که در نتیجه پایداری، نفوذپذیری و تخلل بهتر خاک باعث رشد و نمو گیاه شده و با فراهم نمودن رطوبت کافی برای گیاه و رها سازی مواد غذایی در زمان نیاز برای گیاه باعث افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد غده می شود (انصاری، ۲۰۰۸).

جدول ۴-۴ میانگین مربعات اثرات اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر عملکرد غده

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۵۲۷۵۳۱۱۷
اسید هیومیک	۳	۶۲۹۶۱۰۵۴۷**
ورمی کمپوست	۲	۱۷۴۰۷۷۴۸۷**
اسید هیومیک* ورمی		۴۴۱۸۹۲۲۰
کمپوست ۶		۴۰۴۱۵۴۶۲
اشتباه	۲۲	



شکل ۴-۱ مقایسه میانگین عملکرد غده در سطوح مختلف اسید هیومیک



شکل ۴-۲ مقایسه میانگین عملکرد غده در سطوح مختلف ورمی کمپوست

۴-۳- تاثیر سطوح مختلف اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر تعداد غده در بوته

تعداد غده در هر بوته بیش از هر چیز در کنترل عوامل ژنتیکی است، بروز این پتانسیل ژنتیکی به نوبه خود، به وسیله تعدادی از عوامل گیاهی و محیطی همانند کود دهی، وقوع و شدت تنش خشکی و سن بیولوژیکی غده های بذری (از طریق تاثیر بر تعداد ساقه ها) کنترل می شود (امام ونیک نژاد، ۱۳۹۰). نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از آن است که سطوح مختلف اسید

هیومیک بطور معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۱ تعداد غده در بوته را تحت تاثیر قرار داد جداول (۴-۵). به طوری که بیشترین تعداد غده با مصرف ۲۱۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک به تعداد ۱۹/۷ به دست آمد. که به ترتیب ۱۲,۵، ۲۶ و ۳۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داشت (جدول ۴-۶). توسعه ریشه سیب زمینی در ابتدای فصل رشد از اهمیت خاصی برخوردار است. اسید هیومیک بعنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی می تواند از طریق اثرات هورمونی و بهبود جذب عناصر غذایی، افزایش بيو ماس ریشه و اندام هوایی را به دنبال داشته باشد (سانشز و همکاران، ۱۹۹۸).

بیشتر غده ها بر روی استولون های طویل تر که از گره های پایین تر ساقه منشعب شده اند قرامی گیرند. استفاده از اسید هیومیک در گندم رقم سایونز و سبلان بطور معنی داری نسبت سطح ریشه به سطح برگ و عدد کلروفیل متر برگ را افزایش داد. رقم سبلان بیشترین سطح، قطر و مجموع طول وزن ریشه را دارا بود (سبزواری و همکاران، ۱۳۸۸). با مصرف مواد هیومیکی (اسید هیومیک) در گوجه فرنگی تعداد میوه تا ۷۰ عدد در هر بوته افزایش یافت (یلدریم و همکاران، ۲۰۰۷). مصرف اسید هیومیک اثر معنی داری بر اندازه چشم های سیب زمینی داشت (فورتون و همکاران، ۲۰۰۶). این پژوهشگران علت آن را به افزایش نگهداری مواد غذایی در منطقه ریزوسفر نسبت داده اند که منجر به تداوم فراهمی مواد غذایی گیاهی و گسترش کیفیت جوانه های سیب زمینی می شود، افزایش عملکرد سیب زمینی می تواند با افزایش چسبندگی خاک بعلت حجم زیاد مواد آلی در کاربرد اسید هیومیک باشد. نتایج مندرج در جدول ۴-۵ نشان می دهد که تعداد غده در بوته با مصرف ورمی کمپوست در سطح ۰/۰۱ تغییر یافت. به طوریکه با مصرف ۴ و ۸ تن ورمی کمپوست تعداد غده در بوته به ترتیب ۱۸ و ۲۸ در صد نسبت به شاهد (عدم مصرف ورمی کمپوست) افزایش نشان داد.

احتمالا افزودن ورمی کمپوست به خاک نه تنها تدارک عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرایند های حیاتی خاک ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه و استولون زایی موجبات افزایش تعداد غده و رشد اندام های هوایی و تولید را نیز فراهم کرده است. لوئیس و پانک (۲۰۰۵) عنوان نمودند که کاربرد ورمی کمپوست بر گیاه دارویی بابونه رومی باعث افزایش شاخص های رشدی از جمله تعداد گل در بوته گردید. مصرف ورمی کمپوست به همراه کودهای معدنی در محصول فلفل باعث افزایش رشد و کیفیت بازار پسندی آنها شد (آرکنون و همکاران، ۲۰۰۳). بطور کلی یک رابطه نمایی بین عملکرد غده و تعداد غده در بوته بدست آمد (شکل ۴-۳).

جدول ۴-۵ میانگین مربعات اثرات اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر تعداد غده در بوته

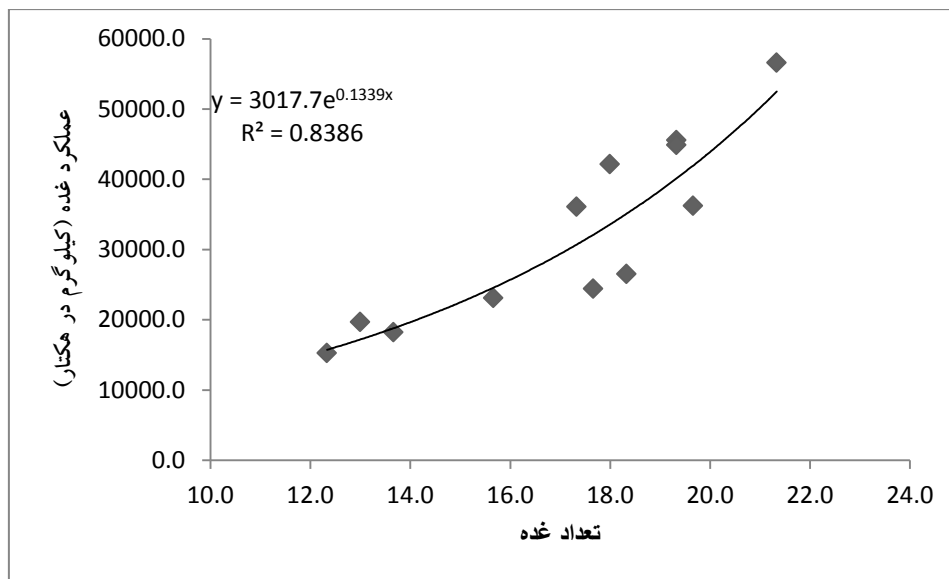
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۳۳/۸*
اسید هیومیک	۳	۴۴/۹**
ورمی کمپوست	۲	۵۳/۹**
اسید هیومیک*ورمی کمپوست	۶	۳/۸
اشتباه	۲۲	۴/۹

جدول ۴-۶ مقایسه میانگین تعداد غده در بوته در سطوح مختلف اسید هیومیک

تعداد غده	اسید هیومیک
۱۴/۴c	صفر (شاهد)
۱۶/۲bc	۷۰۰ میلی لیتر
۱۸/۲ab	۱۴۰۰ میلی لیتر
۱۹/۷a	۲۱۰۰ میلی لیتر

جدول ۴-۷ مقایسه میانگین تعداد غده در بوته در سطوح مختلف ورمی کمپوست

تعداد غده در بوته	ورمی کمپوست
۱۴/۸b	صفر (شاهد)
۱۷/۶a	۴ تن
۱۹a	۸ تن



شکل ۴-۳ رابطه عملکرد غده با تعداد غده در بوته

۴-۴- تاثیر سطوح مختلف اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر وزن خشک غده

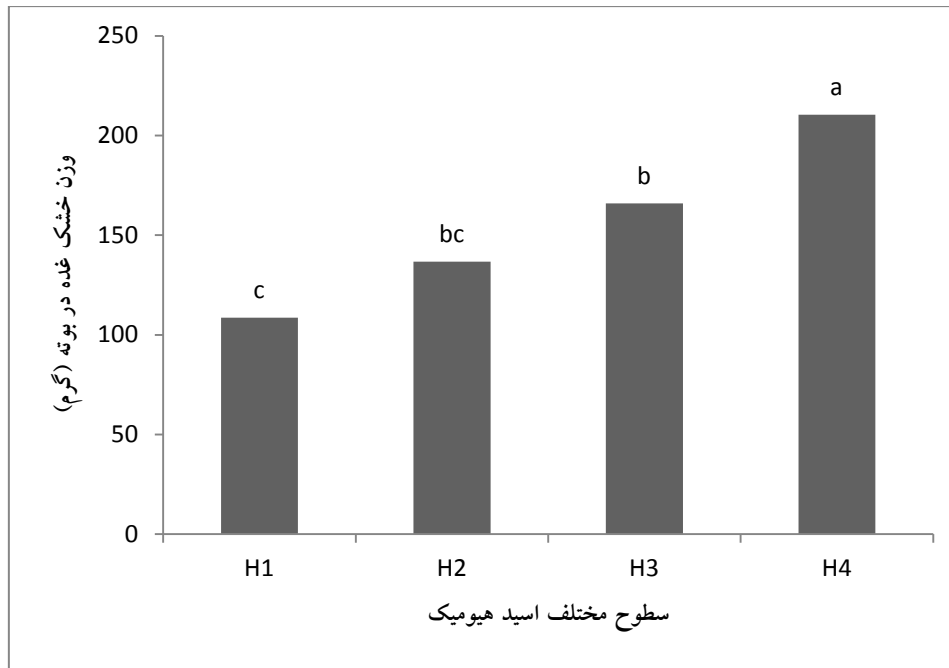
وزن خشک غده در سیب زمینی عبارت است از آن مقدار مواد فتوسنتزی که به غده ها اختصاص یافته است. وزن خشک غده یکی از عوامل مهم در محاسبه شاخص های رشد گیاه سیب زمینی محسوب می شود. توزیع ماده خشک در درون بوته سیب زمینی، به ویژه در اوایل زندگی ، نقش اصلی را در تعیین کل تولید ماده خشک و هم در عملکرد ایفا می کند (ایونیز و بومر، ۱۹۶۵). در بررسی میانگین مربعات وزن خشک و وزن خشک غده برای تیمارهای مختلف مشاهده گردید که کاربرد اسید هیومیک در سطح ۰/۰۱ تاثیر معنی داری بر این صفت به جای گذاشت (شکل ۴-۸). بطوریکه بیشترین مقدار برای مصرف ۲۱۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک به میزان ۲۱۰/۵ گرم و کمترین مقدار به میزان ۱۰۸/۷۶ گرم برای شاهد به دست آمد. نتایج فوق با نتایج تقی زاده (۱۳۷۷) و ملکوتی و طباطبایی (۱۳۷۶) مطابقت دارد.

یانگ و همکاران (۲۰۰۰) عنوان کردند که در شرایط خشکی محلول پاشی گندم با اسید هیومیک و تغذیه خاکی با منبع ازت باعث پر شدن بیشتر دانه می شود. سطوح مختلف ورمی کمپوست نیز تاثیرات قابل توجهی را در سطح ۰/۰۵ بر وزن خشک غده ها به جا گذاشتند (جدول ۴-۸). به نحوی که افزودن ۸ و ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار از این ماده آلی به خاک، توانست وزن خشک غده ها را به ترتیب به میزان ۴۹/۷ درصد و ۴۸ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد.

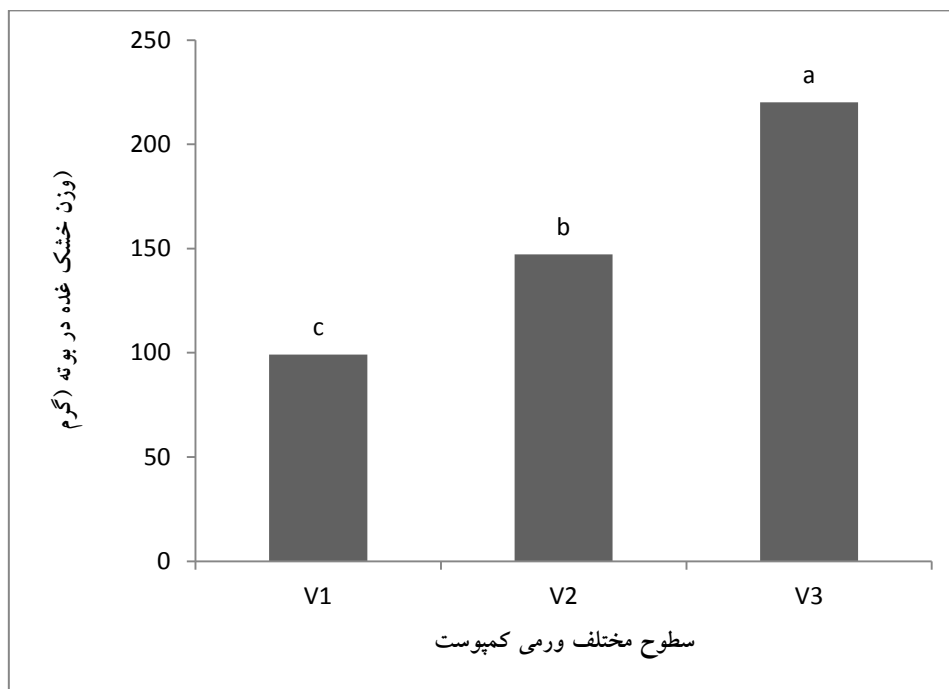
احتمالا ورمی کمپوست با داشتن خصوصياتی همچون بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نفوذپذیری، افزایش دسترسی عناصر ماکرو و میکرو و تحریک فعالیت های میکروبی خاک و فعالیت آنزیم های حیاتی باعث افزایش وزن خشک غده ها گردیده است که نتیجه فوق با یافته های آرگولو و همکاران (۲۰۰۶) در گیاه سیر مطابقت دارد. زالر (۲۰۰۶) مصرف ورمی کمپوست را بر کیفیت میوه های گوجه فرنگی سودمند دانسته است.

جدول ۴-۸ تجزیه واریانس میانگین مربعات اثرات اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر وزن خشک غده

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۱۴۱۱/۹
اسید هیومیک	۳	۱۷۰۱۸/۱***
ورمی کمپوست	۲	۴۴۵۴۴*
اسید هیومیک*ورمی کمپوست	۶	۱۱۶۹
اشتباه	۲۲	۸۷۵



شکل ۴-۴ مقایسه میانگین وزن خشک غده در سطوح مختلف اسید هیومیک (H1 نشانگر شاهد، H2 ۷۰۰ میلی لیتر، H3 ۱۴۰۰ میلی لیتر، H4 ۲۱۰۰ میلی لیتر در هکتار می باشد)



شکل ۴-۵ مقایسه میانگین وزن خشک غده در سطوح مختلف ورمی کمپوست (V1 نشانگر شاهد، V2 ۴ تن، V3 ۸ تن در هکتار می باشد)

۴-۵- تاثیر سطوح مختلف اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر زیست توده هوایی

اهمیت تولید زیست توده هوایی زیاد از این نظر حائز اهمیت است که اگر شاخ و برگ از مزرعه خارج نشده و به خاک افزوده گردند، می توانند باعث بهبود ساختمان و حاصلخیزی خاک شوند. نتایج تحلیل واریانس نشان داد از نظر زیست توده هوایی تولید شده، تاثیر اثرات ساده تیمار هادر سطح ۰/۰۱ معنی دار بود (جدول ۴ - ۹). با محلول پاشی ۷۰۰، ۱۴۰۰ و ۲۱۰۰ میلی لیتر در هکتار اسید هیومیک، زیست توده هوایی به ترتیب ۱۹،۷، ۳۹، ۵۶ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داشت (شکل ۴ - ۱۰). تولید زیست توده هوایی بیشتر توسط تیمار H4 و V3 حاصل گردید (جداول ۴ - ۱۰ و ۴ - ۱۱). این امر توان بهره گیری بهتر از منابع محیطی توسط سیب زمینی را نشان می دهد. شاخه دهی زیاد و رشد سریع و ادامه آن تا آخرین روزهای فصل رشد و غده بندی باعث تولید حجم زیادی از شاخ و برگ و پوشش کامل سطح زمین می شود. این عمل باعث افزایش فتوسنتز و عملکرد می گردد. یانگ و همکاران (۲۰۰۰) افزایش شاخص سطح برگ در گندم را با محلول پاشی اسید هیومیک گزارش نمودند. آلوین (۲۰۰۳) عنوان نمود که در شرایط آسیب دیدگی ریشه ها و اندام هوایی در اثر بیماری ها بهره گیری از عناصر غذایی کم مصرف به روش مصرف برگ می تواند بسیار ثمر بخش باشد. فورتون و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقات خود افزایش اندازه چشم های سیب زمینی با مصرف اسید هیومیک را گزارش نموده اند که این امر موجب تداوم فراهمی مواد غذایی و گسترش کیفیت جوانه های سیب زمینی شده و به تبع آن داشتن شاخ و برگ و اندام هوایی مطلوب را به همراه دارد. این تاثیر مثبت برای سطوح ورمی کمپوست نیز صادق بود. به نحوی که کاربرد ۴ و ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار در مقایسه با شاهد عملکرد زیست توده هوایی را به ترتیب ۲۵ و ۶۲ درصد افزایش داد. سماوات و همکاران (۱۳۸۰) با مطالعه خود بر روی گیاهان سیب زمینی شیرین و گوجه فرنگی مشاهده کردند که، مصرف ورمی کمپوست موجب افزایش اندام های هوایی و نهایتاً ازدیاد عملکرد را باعث شده است. بوشمن و متزگر (۱۹۹۸) افزایش ۴۰ درصدی سطح برگ و وزن خشک گوجه فرنگی و بهبود خصوصیات رشد گیاهان زینتی چوبی تحت تاثیر افزودن ۲۰ درصد حجمی ورمی کمپوست به بستر کشت آنها را گزارش نمودند.

جدول ۴-۹ تجزیه واریانس میانگین مربعات اثرات اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر زیست توده هوایی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۱۵۹۲۴/۹
اسید هیومیک	۳	۱۲۵۲۴۹/۶***
ورمی کمپوست	۲	۲۷۲۲۹۶/۳***
اسید هیومیک*ورمی کمپوست	۶	۸۹۸۷/۶
اشتباه	۲۲	۲۳۰۴۸/۴

جدول ۴-۱۰ میانگین مربعات زیست توده هوایی در سطوح مختلف اسید هیومیک

اسید هیومیک	زیست توده هوایی (گرم)
صفر (شاهد)	۴۸۱/۵b
۷۰۰ میلی لیتر	۵۷۶/۶ab
۱۴۰۰ میلی لیتر	۶۷۰/۴ab
۲۱۰۰ میلی لیتر	۷۵۴/۷a

جدول ۴-۱۱ میانگین مربعات زیست توده هوایی در سطوح مختلف ورمی کمپوست

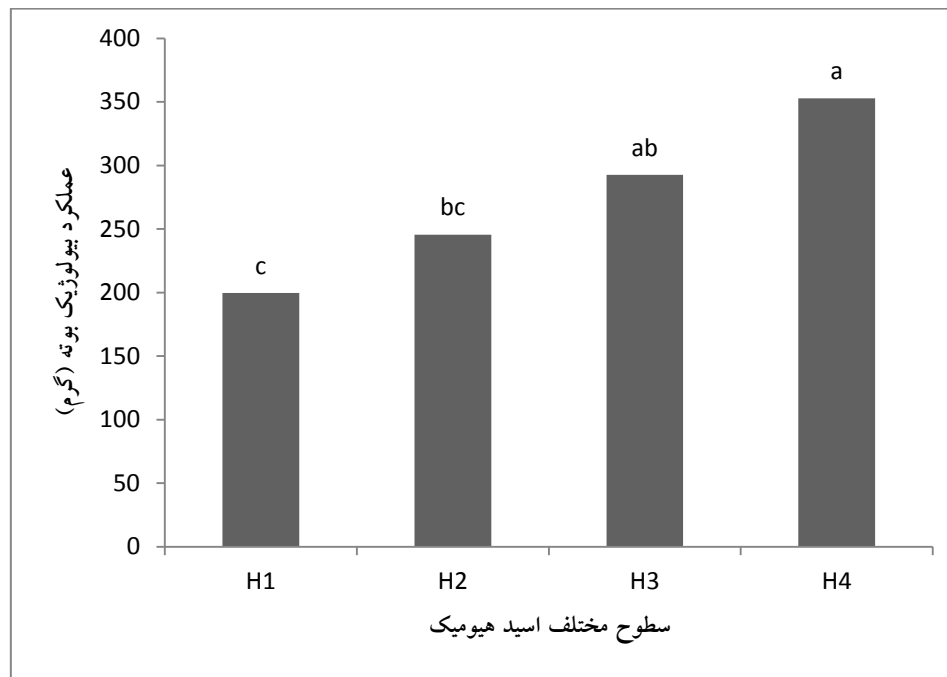
ورمی کمپوست	زیست توده هوایی (گرم)
صفر (شاهد)	۴۸۰/۵b
۴ تن	۶۰۱/۸b
۸ تن	۷۸۰a

۴-۶- تاثیر سطوح مختلف اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر عملکرد بیولوژیک

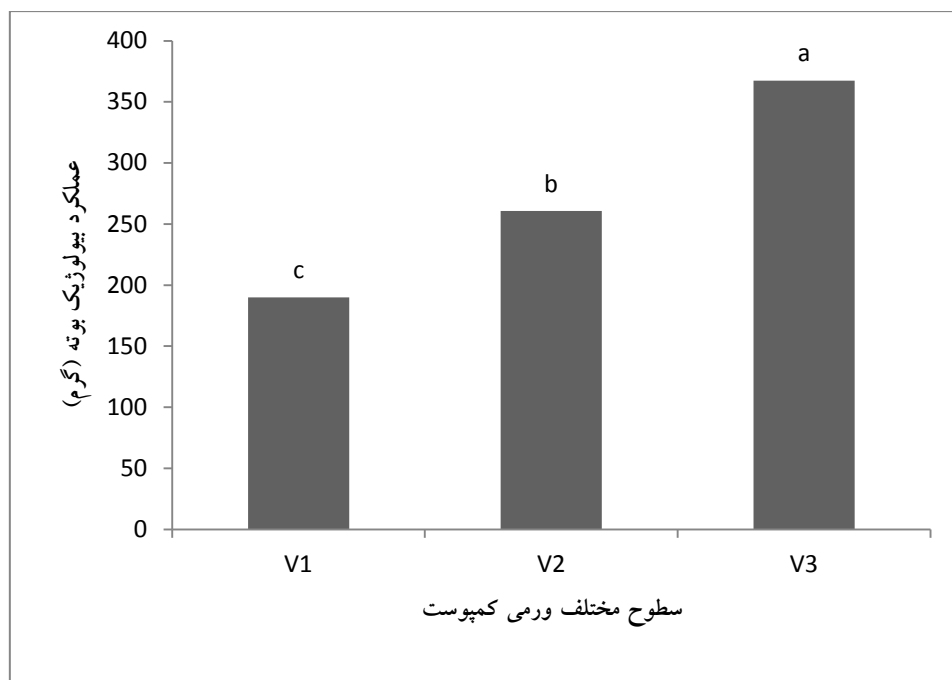
در بعضی از گیاهان زراعی مانند نباتات علوفه ای مقدار کل ماده خشک تولید شده از نظر اقتصادی با ارزش است. ولی در اغلب گیاهان زراعی این مورد صادق نیست، بلکه قسمتی از گیاه برای کشاورز مهم بوده و مابقی آن یا ارزش کمی داشته و یا تقریباً بی ارزش است. قسمتی از ماده زنده که تبدیل به ماده اقتصادی می گردد، عملکرد اقتصادی نامیده می شود. نتایج حاصل از تحلیل واریانس نشان داد که عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۰/۰۱ تحت تاثیر اسید هیومیک قرار می گیرد (جدول ۴ - ۱۲). با محلول پاشی ۷۰۰، ۱۴۰۰ و ۲۱۰۰ میلی لیتر در هکتار اسید هیومیک عملکرد بیولوژیک به ترتیب ۲۳، ۴۶ و ۷۶ درصد نسبت به شاهد بیشتر شد (شکل ۴-۶). اسید هیومیک به عنوان اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی از طریق اثرات هورمونی و بهبود جذب عناصر غذایی سبب افزایش بیوماس ریشه و اندام هوایی می شود. سرنلا و همکاران (۲۰۰۲) عنوان کردند که اسید هیومیک باعث بهبود مقاومت به استرس شده و به عنوان تنظیم کننده رشد برای تنظیم سطح هورمون ها، بهبود رشد گیاهان و افزایش تحمل به تنش مورد استفاده قرار می گیرد. در شرایط تنش خشکی محلول پاشی با اسید هیومیک باعث افزایش نگهداری آب برگ و فتوسنتز و کاهش متابولیسم آنتی اکسیدانی در گندم می شود (فوجی او و همکاران، ۱۹۹۵). تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست نیز بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۰/۰۵ درصد معنی دار شد. با کاربرد ورمی کمپوست به مقدار ۴ و ۸ تن در هکتار باعث افزایش عملکرد بیولوژیک به ترتیب ۲۶۰/۸ و ۳۶۷/۴ گرم نسبت به شاهد شد (شکل ۴-۷). ورمی کمپوست از طریق قدرت زیاد جذب آب و فراهمی مطلوب مواد غذایی ماکرو و میکرو بر روی میزان فتوسنتز و بیوماس تاثیر مثبت گذاشته و باعث افزایش عملکرد بیولوژیک می شود. کومار و همکاران (۲۰۰۵). انور و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعه خود بر روی سورگوم و گیاه دارویی نعنای مشاهده نمودند که، کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست در مقایسه با شاهد بطور قابل ملاحظه ای عملکرد بیولوژیکی را بهبود بخشیده است.

جدول ۴-۱۲ میانگین مربعات اثرات اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر عملکرد بیولوژیک

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۳۶۳۴
اسید هیومیک	۳	۳۸۷۰۲/۷***
ورمی کمپوست	۲	۹۵۸۱۵/۷*
اسید هیومیک*ورمی کمپوست	۶	۲۶۳۱/۳
اشتباه	۲۲	۳۱۳۴/۶



شکل ۴-۶ مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف اسید هیومیک (H1 نشانگر شاهد، H2 ۷۰۰ میلی لیتر، H3 ۱۴۰۰ میلی لیتر، H4 ۲۱۰۰ میلی لیتر در هکتار می باشد)



شکل ۴-۷ مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف ورمی کمپوست (V1 نشانگر شاهد، V2 ۴ تن، V3 ۸ تن در هکتار می باشد)

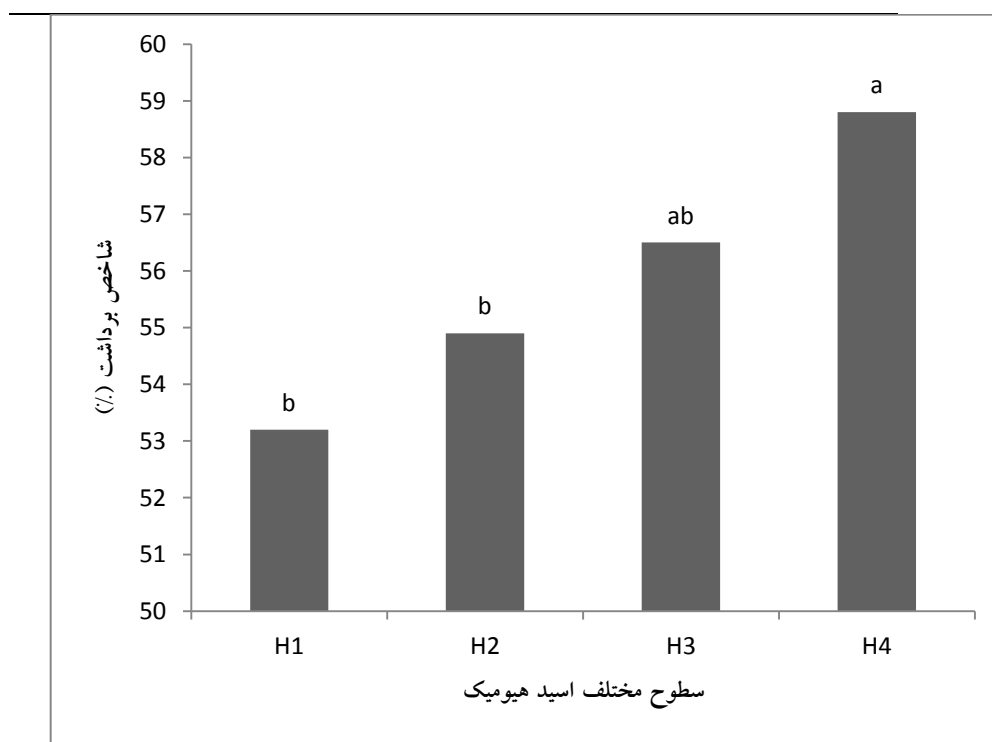
۴-۷- تاثیر سطوح مختلف اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر شاخص برداشت

شاخص برداشت بیان کننده نسبت توزیع مواد فتوسنتزی بین عملکرد اقتصادی و عملکرد کل می باشد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰). نتایج حاصل از تجزیه آماری داده ها نشان داد که بین سطوح مختلف اسید هیومیک در سطح احتمال ۰/۰۱ اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول ۴-۱۳) به نحوی که بوته هایی که با مقادیر ۷۰۰، ۱۴۰۰ و ۲۱۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک تیمار شدند در مقایسه با شاهد به ترتیب ۳/۲، ۶/۲، ۱۰/۵ درصد از شاخص برداشت بالاتری برخوردار بودند (شکل ۴-۸). قابل ذکر است که، بین شاهد و سطح ۷۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک از نظر آماری اختلاف معنی داری مشاهده نگردید. به نظر می رسد که افزایش وزن خشک غده و اندام های هوایی به دلیل سهولت در جذب و انتقال مواد غذایی به اندام های هوایی و گسترش و تداوم بهتر سطح برگ و در نتیجه استفاده بهینه از تابش خورشیدی بود که موجب ایجاد منابع فیزیولوژیکی قوی جهت استفاده از مواد حاصل از فتوسنتز در سیب زمینی گردیده و با کاربرد این مواد درصد بیشتری از ماده خشک به غده ها اختصاص یافته است. ورمی کمپوست نیز توانست شاخص برداشت را بطور معنی داری (در سطح احتمال ۰/۰۵) تحت تاثیر قرار دهد (جدول ۴-۱۳).

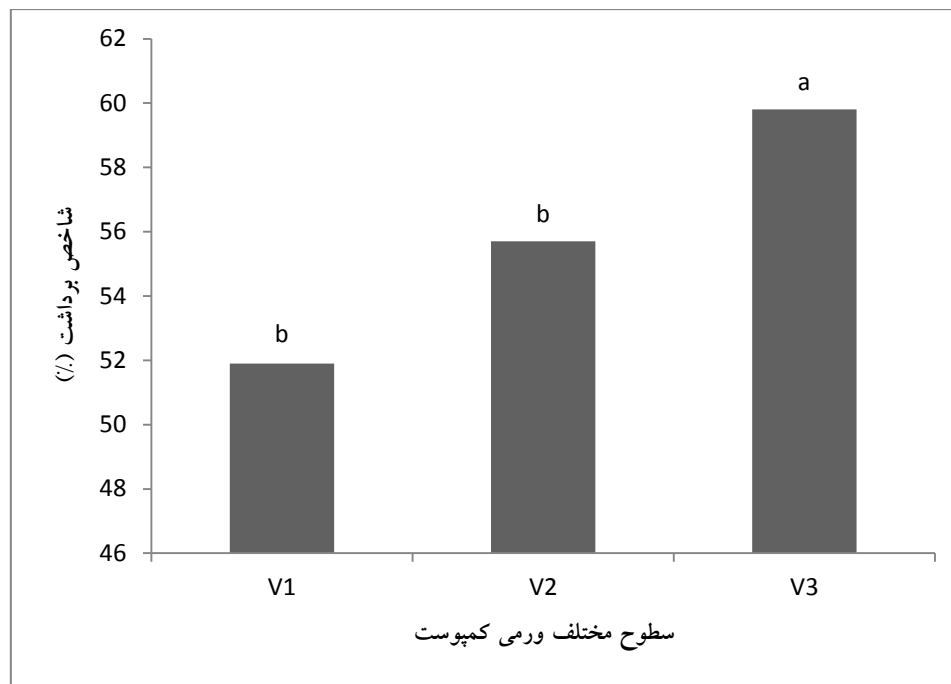
بطوری که حداکثر شاخص برداشت در شرایط استفاده از ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار به دست آمد که ۱۵ درصد بیشتر از شاهد بود (شکل ۴-۸). نعمتی (۱۳۹۰) بالاترین شاخص برداشت را از تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست بدست آورد.

جدول ۴-۱۳ میانگین مربعات اثرات اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر برداشت

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۰/۶۱۸
اسید هیومیک	۳	۵۲۰۳۸**
ورمی کمپوست	۲	۱۸۷*
اسید هیومیک*ورمی کمپوست	۶	۵/۶
اشتباه	۲۲	۷/۷



شکل ۴-۸ مقایسه میانگین شاخص برداشت در سطوح مختلف اسید هیومیک (H1 نشانگر شاهد، H2 ۷۰۰ میلی لیتر، H3 ۱۴۰۰ میلی لیتر، H4 ۲۱۰۰ میلی لیتر در هکتار می باشد)

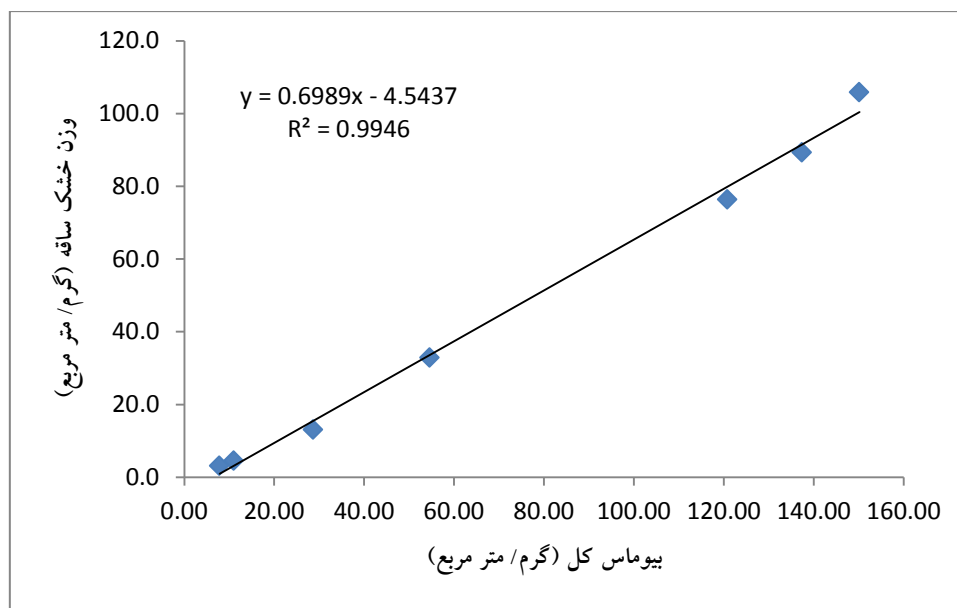


شکل ۴-۹ مقایسه میانگین شاخص برداشت در سطوح مختلف ورمی کمپوست (V1 نشانگر شاهد، V2 ۴ تن، V3 ۸ تن، در هکتار می باشد)

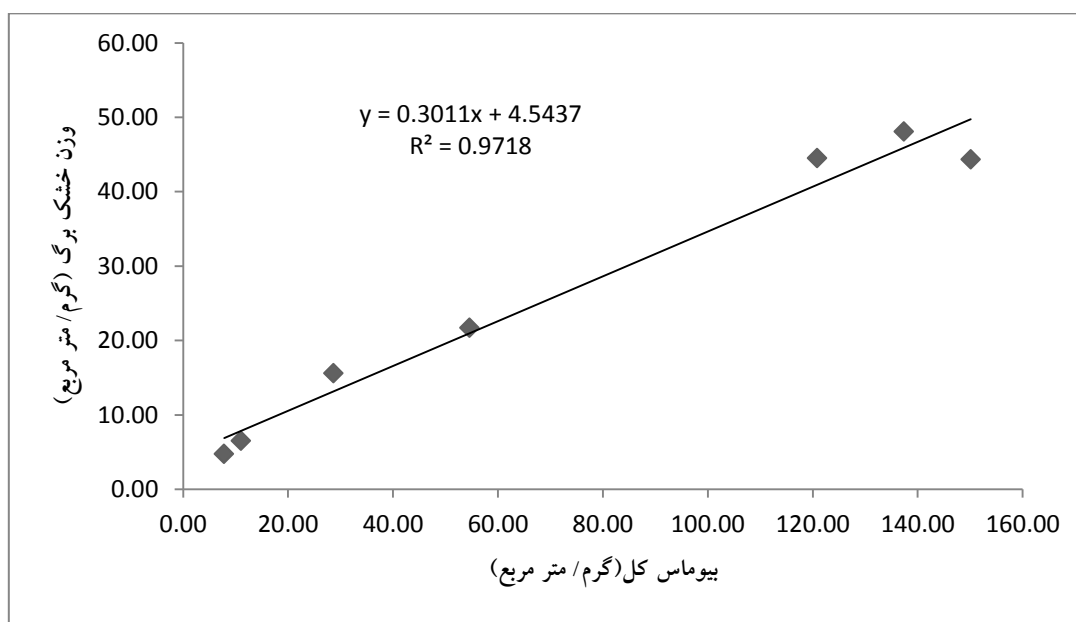
۴-۸- تسهیم بیوماس به ساقه و برگ

ارتباط میان وزن خشک برگ با بیوماس کل و وزن خشک ساقه با بیوماس کل برای ترکیبات تیماری مورد آزمایش در شکل های (۴-۱۰ تا ۴-۳۳) آورده شده است. همان گونه که در این شکل ها مشاهده می گردد، بین صفات یک رابطه خطی با ضریب تبیین بالا وجود دارد. از ضریب X به عنوان شاخصی برای نشان دادن میزان تسهیم ماده خشک به برگ و ساقه استفاده گردیده است. برای کلیه ترکیبات تیماری مورد آزمایش، کمیت این ضریب برای ساقه نسبتاً بیشتر از برگ بود. چون که، سیب زمینی همواره ماده خشک بیشتری را به ساقه در مقایسه با برگ اختصاص می دهد.

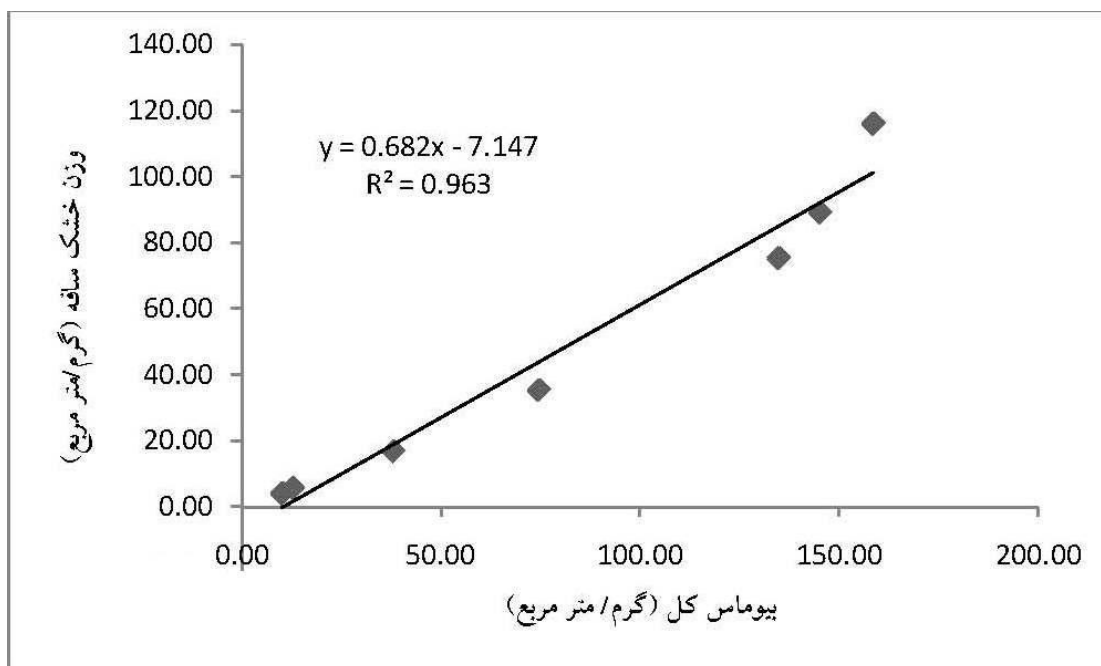
ضرایب اختصاص ماده خشک به برگ در شکل (۴-۳۴) ارائه گردیده است. بطوری که در این شکل دیده می شود در مقایسه با شاهد (H1V1) بالاترین ضریب اختصاص ماده خشک به برگ در H4V3 و H3V3 بدست آمد. ضرایب استخراج شده از معادله خط به همراه خطای استاندارد آنها در جدول (۴-۱۴) آورده شده است. همانطور که در شکل ۴-۳۵ دیده می شود یک رابطه قوی بین پر برگی (ضریب اختصاص ماده خشک به برگ) و عملکرد غده وجود دارد.



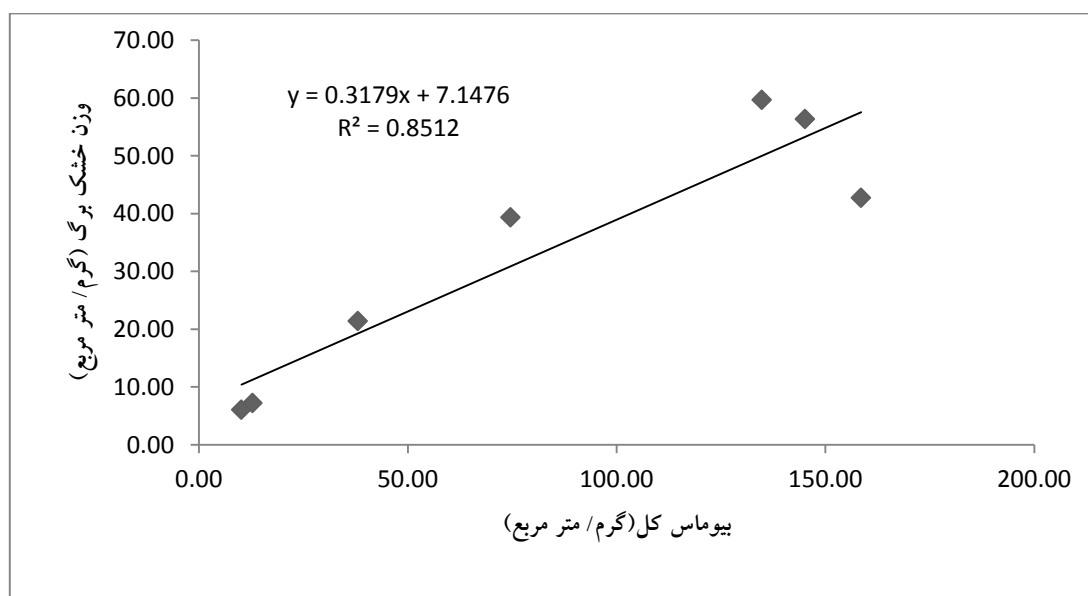
شکل ۴-۱۰ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط عدم استفاده از ورمی کمپوست و اسید هیومیک



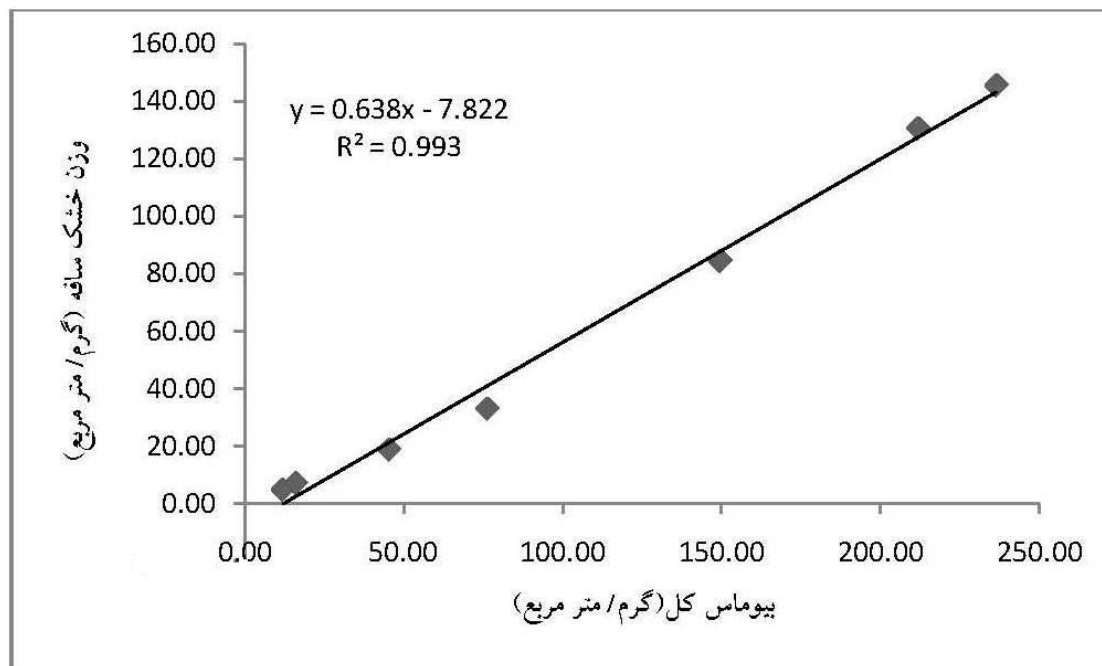
شکل ۴-۱۱ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط عدم استفاده از ورمی کمپوست و اسید هیومیک



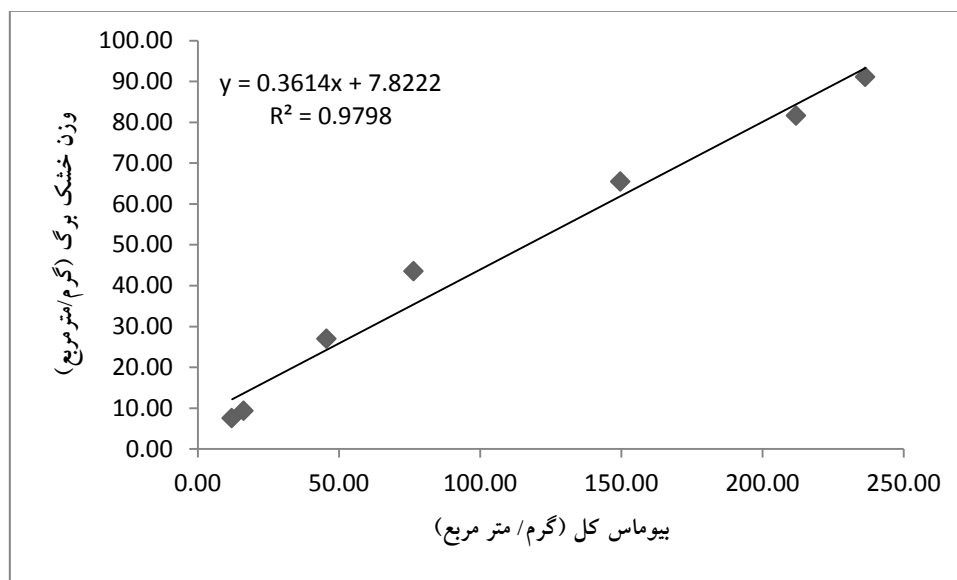
شکل ۴-۱۲ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط عدم استفاده از اسید هیومیک و کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار



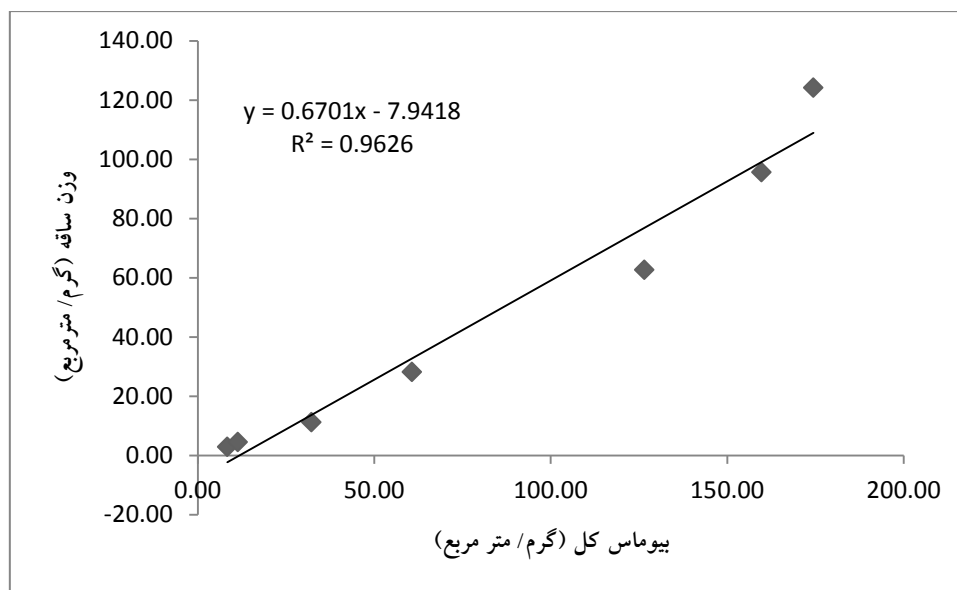
شکل ۴-۱۳ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط عدم استفاده از اسید هیومیک و کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار



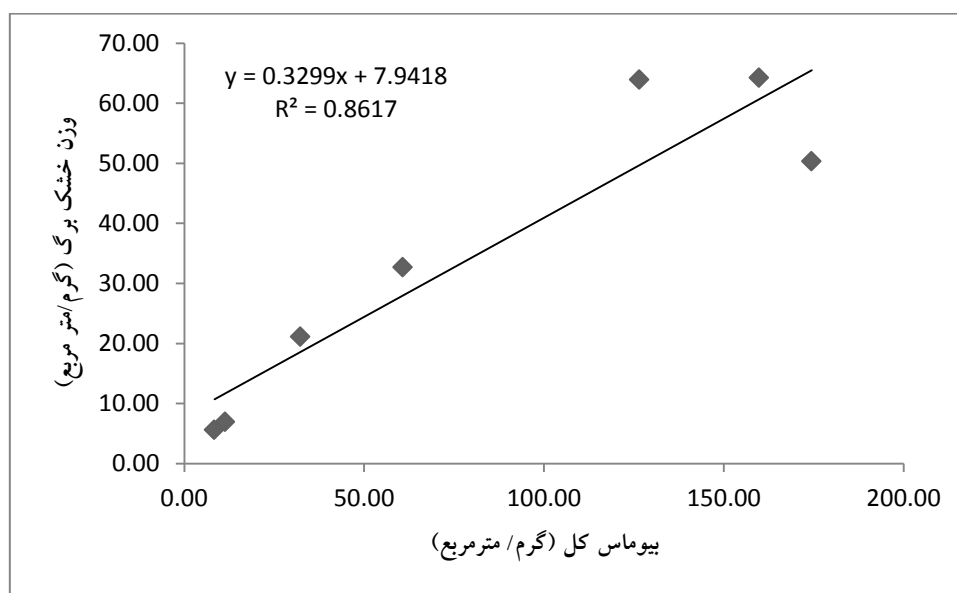
شکل ۴-۱۴ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط عدم استفاده از اسید هیومیک و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار



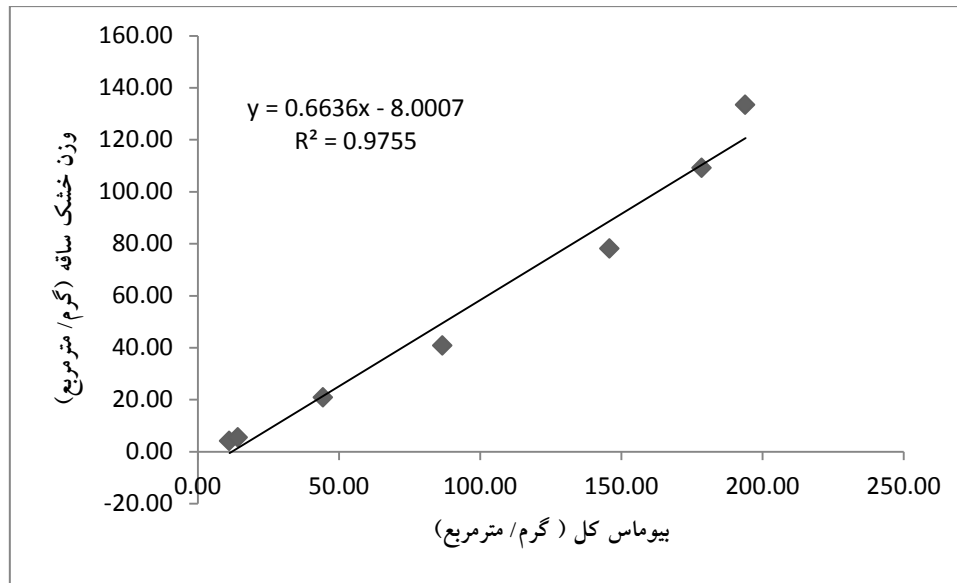
شکل ۴-۱۵ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط عدم استفاده از اسید هیومیک و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار



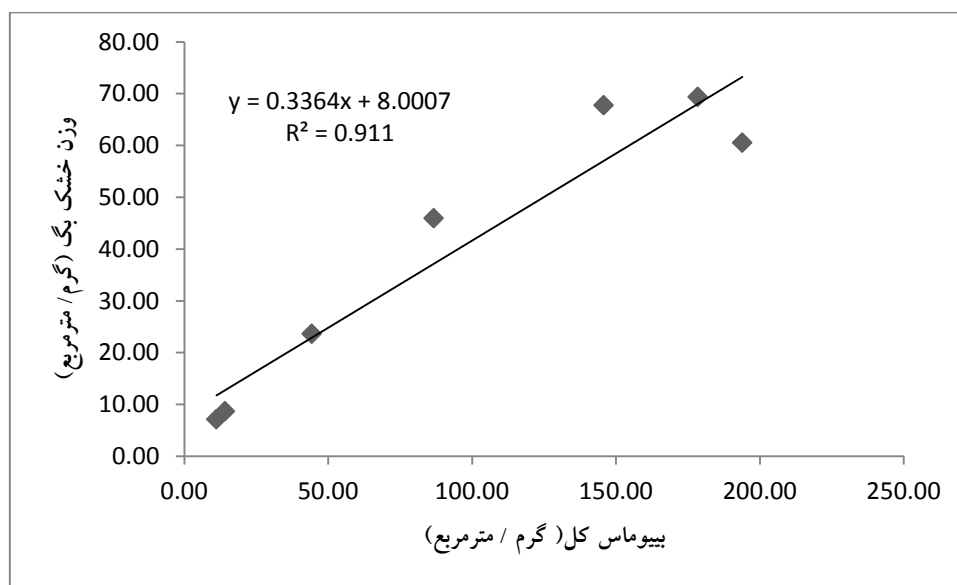
شکل ۴-۱۶ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۷۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک وعدم کاربرد ورمی کمپوست



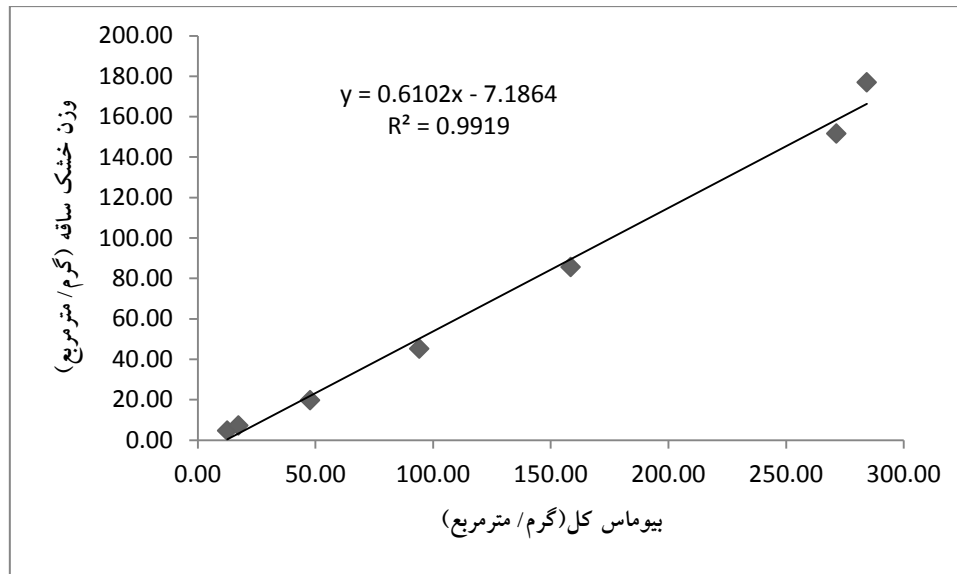
شکل ۴-۱۷ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۷۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک وعدم کاربرد ورمی کمپوست



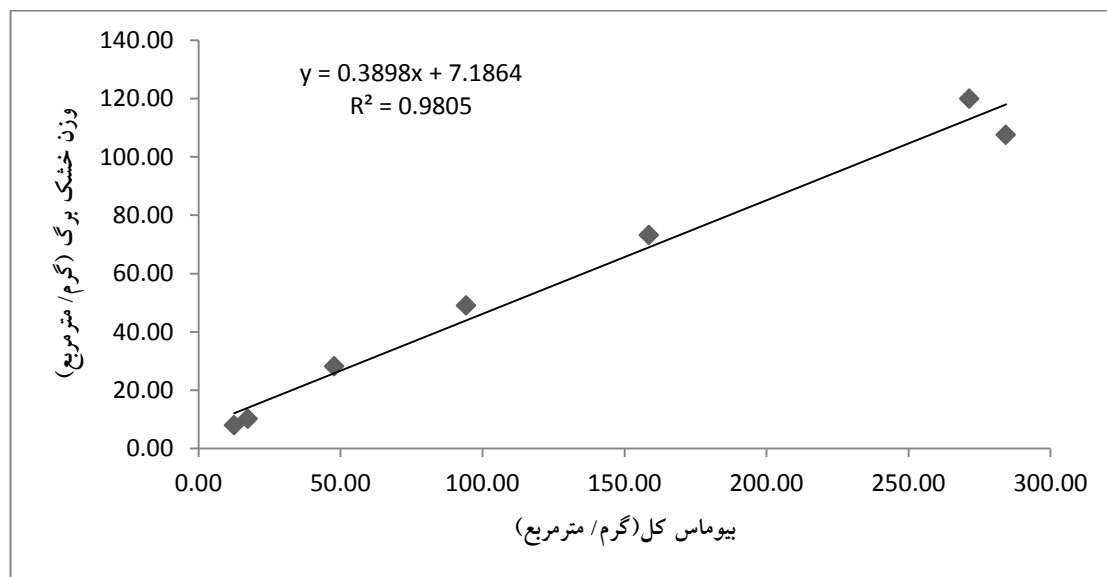
شکل ۴-۱۸ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۷۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار



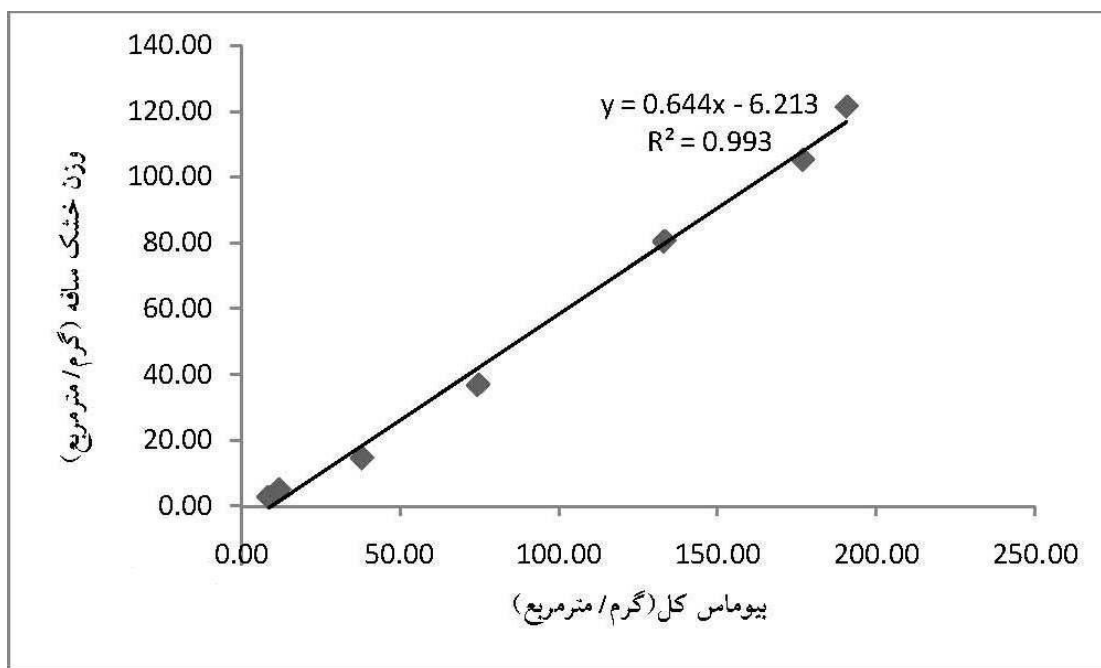
شکل ۴-۱۹ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۷۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار



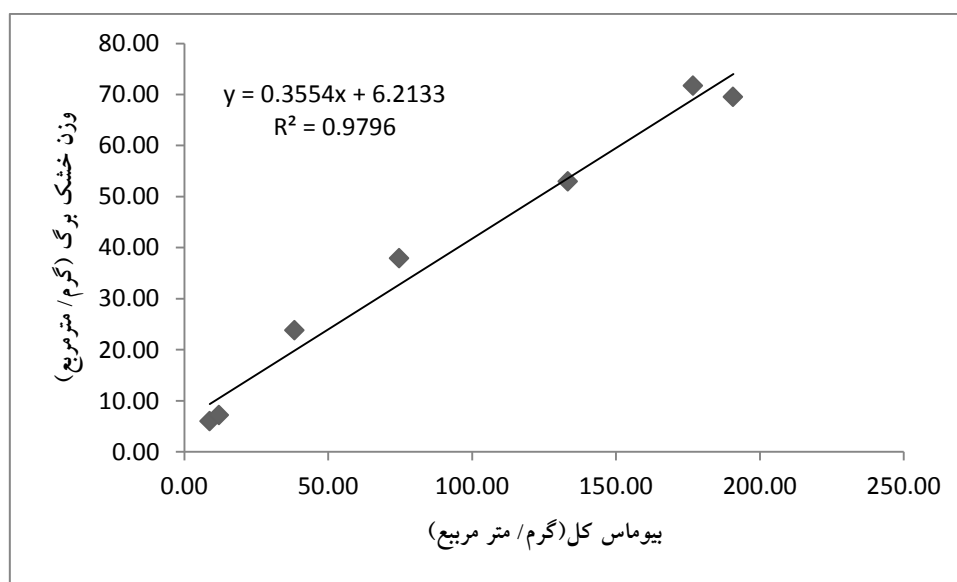
شکل ۴-۲۰ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۷۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار



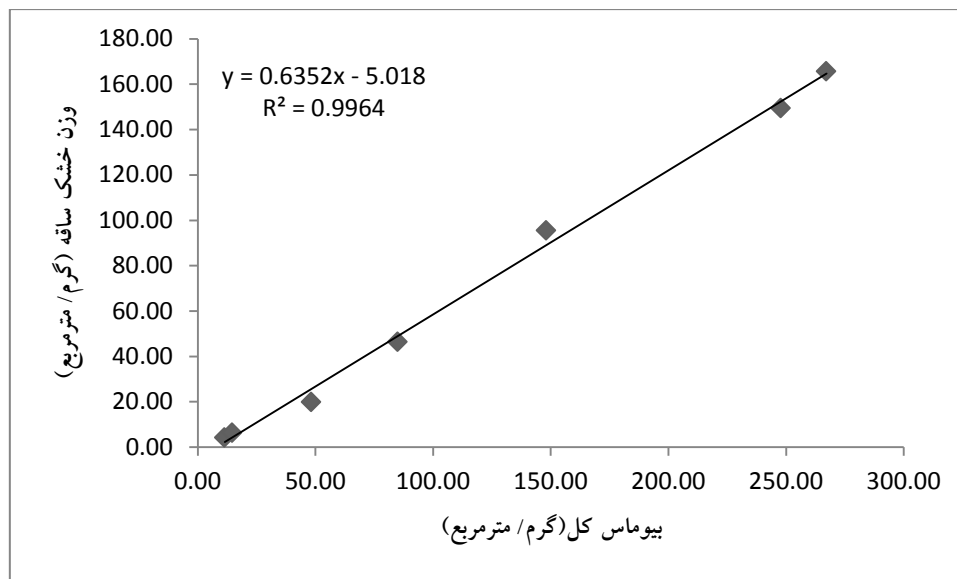
شکل ۴-۲۱ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۷۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار



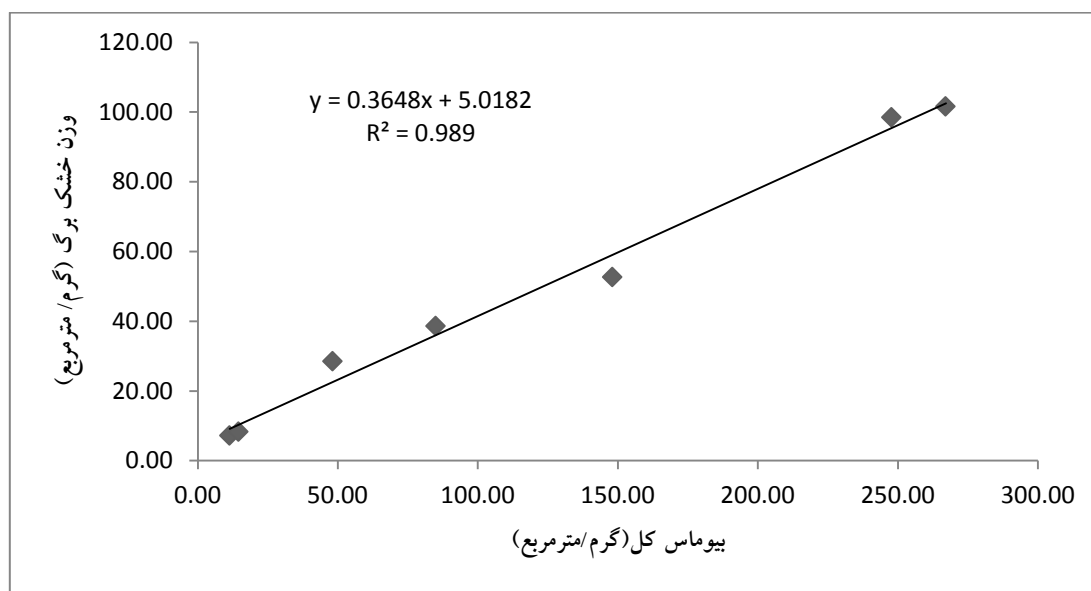
شکل ۴-۲۲ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۱۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و عدم کاربرد ورمی کمپوست



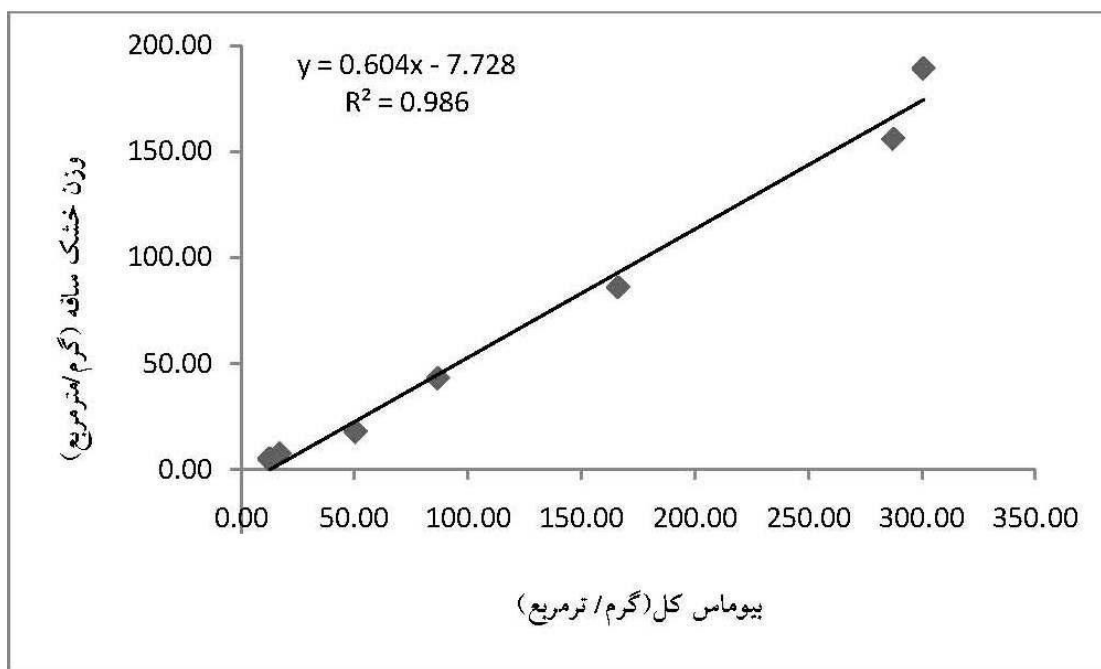
شکل ۴-۲۳ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۱۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و عدم کاربرد ورمی کمپوست



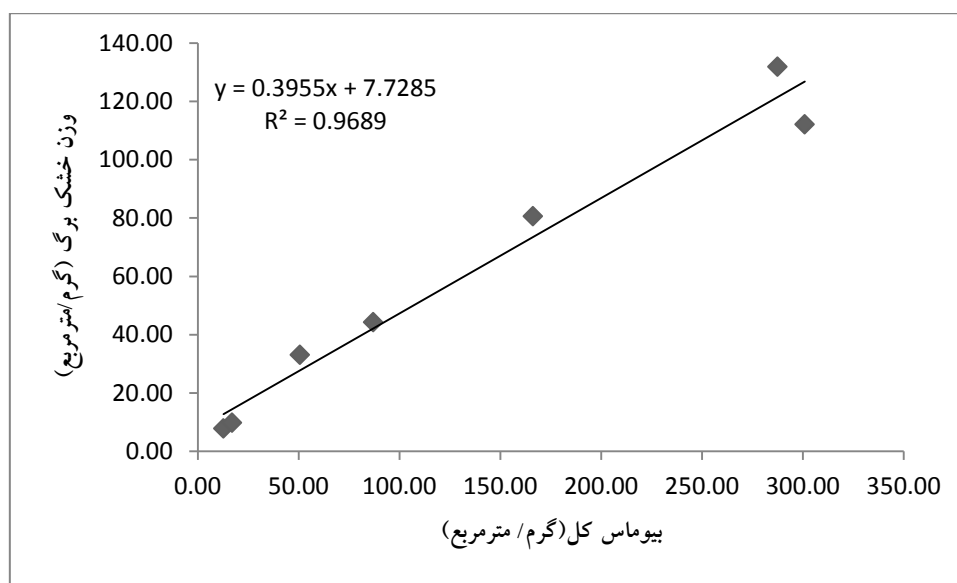
شکل ۴-۲۴ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۱۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار



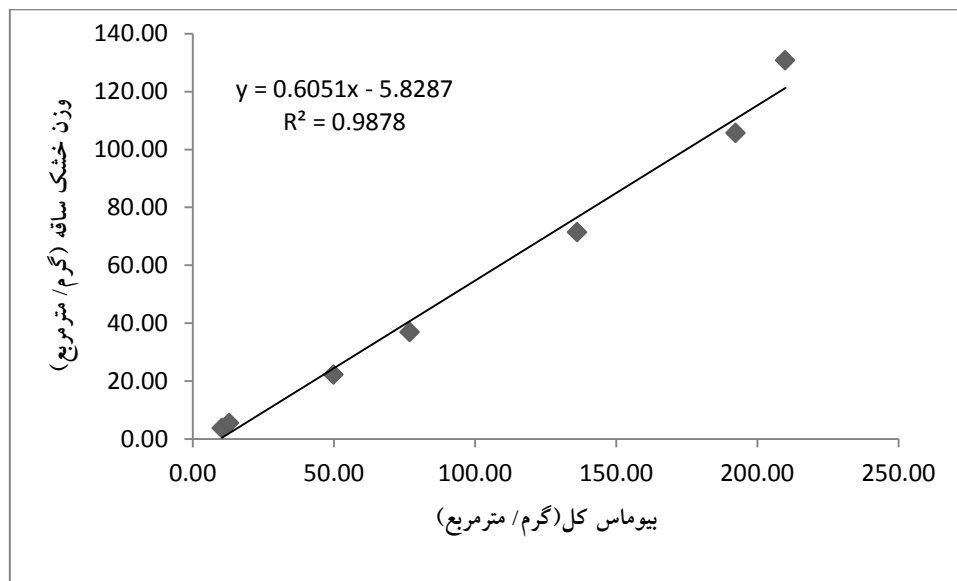
شکل ۴-۲۵ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۱۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار



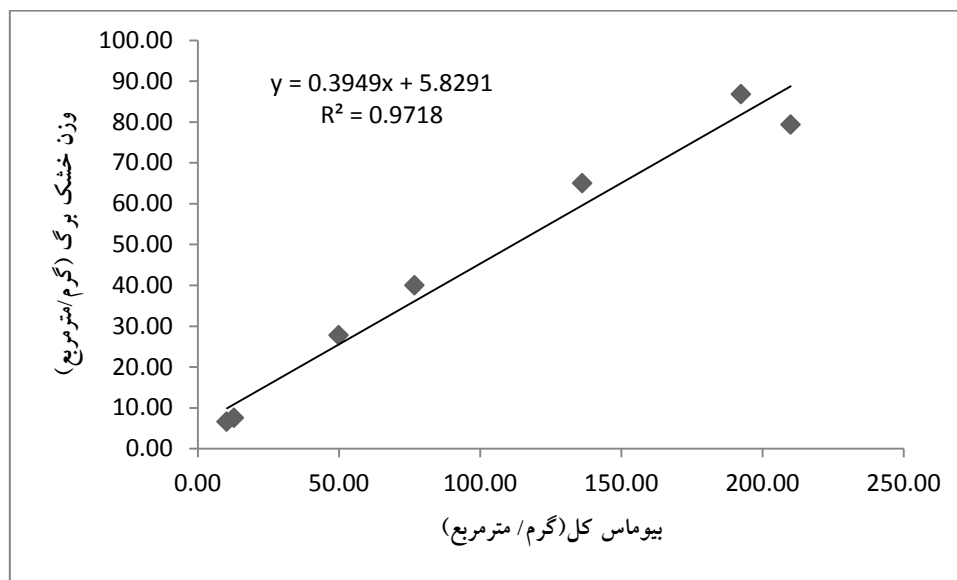
شکل ۴-۲۶ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۱۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار



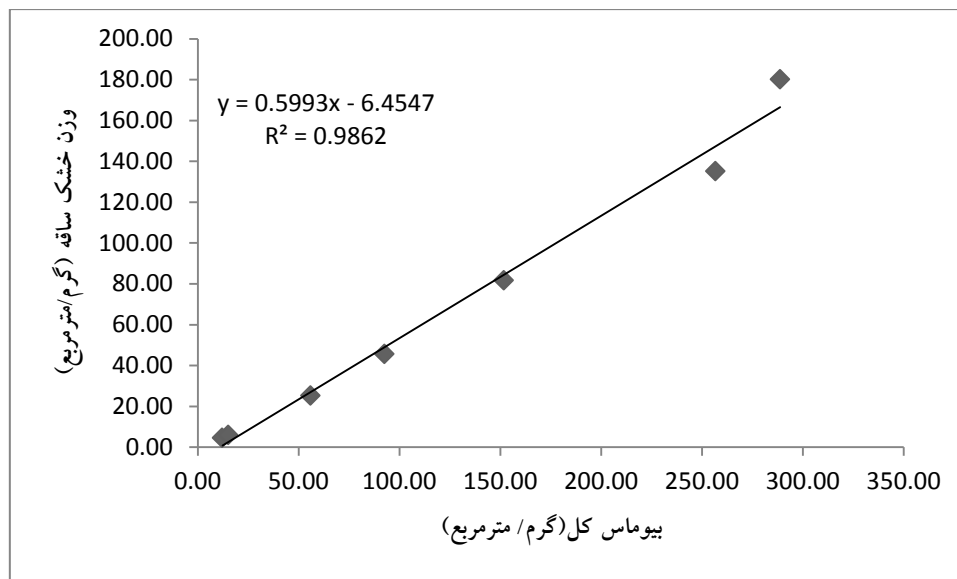
شکل ۴-۲۷ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۱۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار



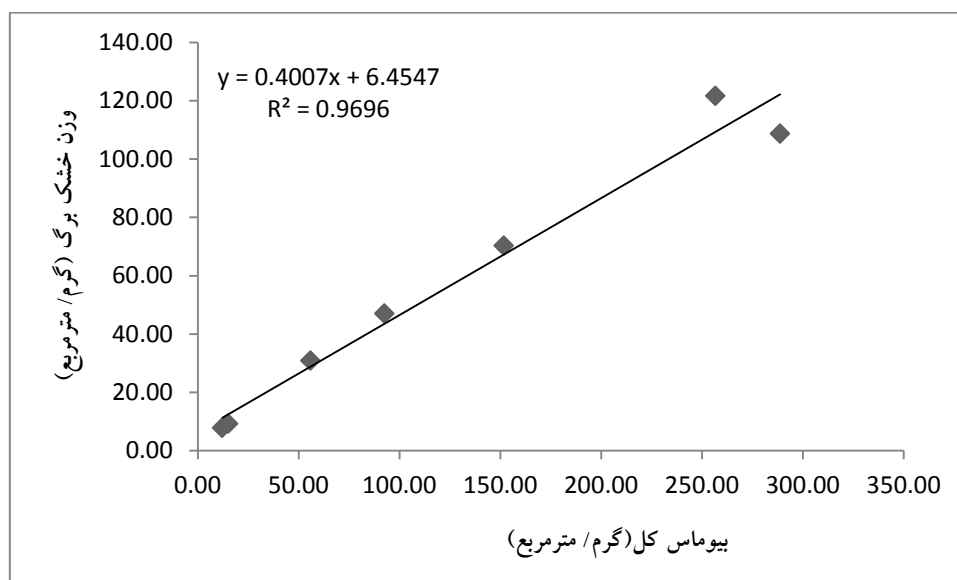
شکل ۴-۲۸ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۲۱۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و عدم کاربرد ورمی کمپوست



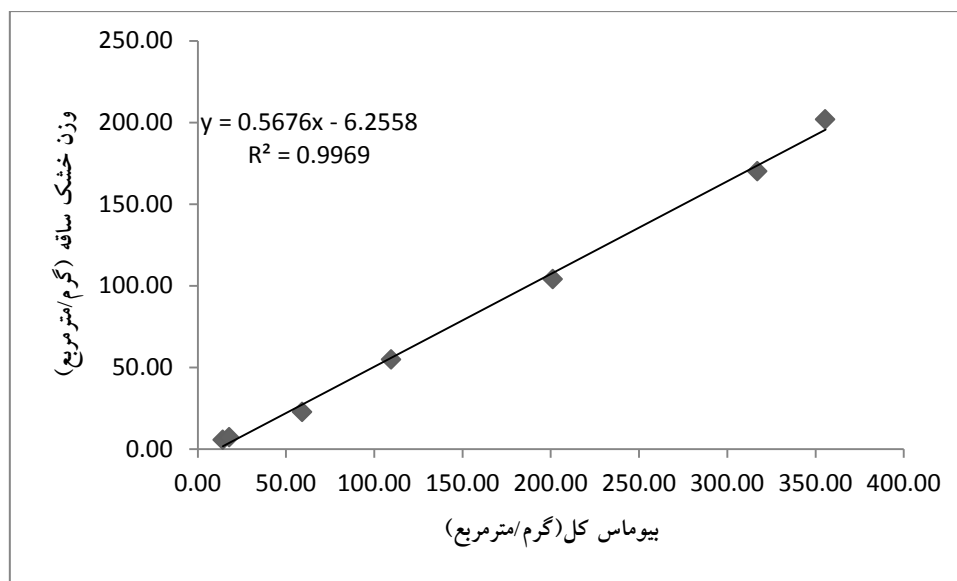
شکل ۴-۲۹ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۲۱۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و عدم کاربرد ورمی کمپوست



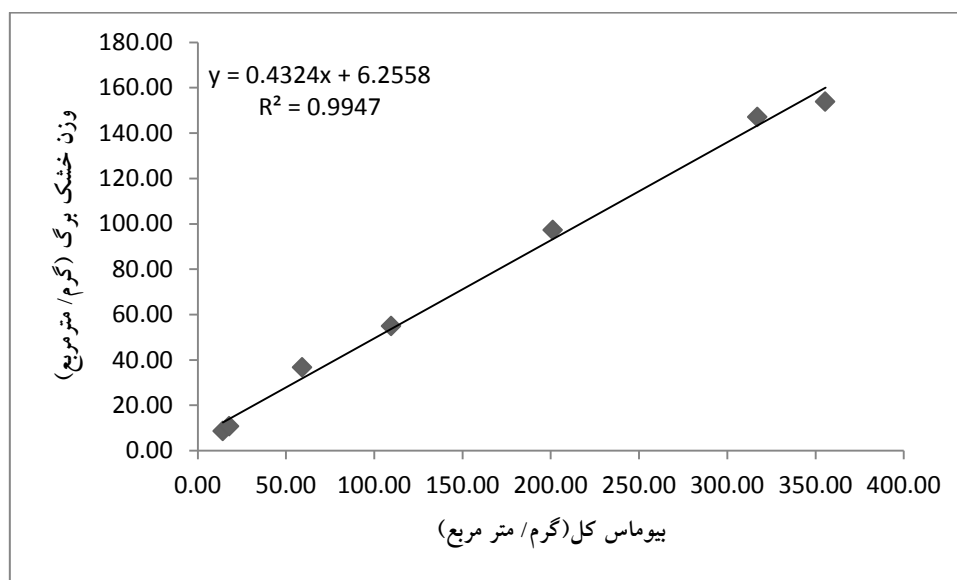
شکل ۴-۳۰ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۲۱۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار



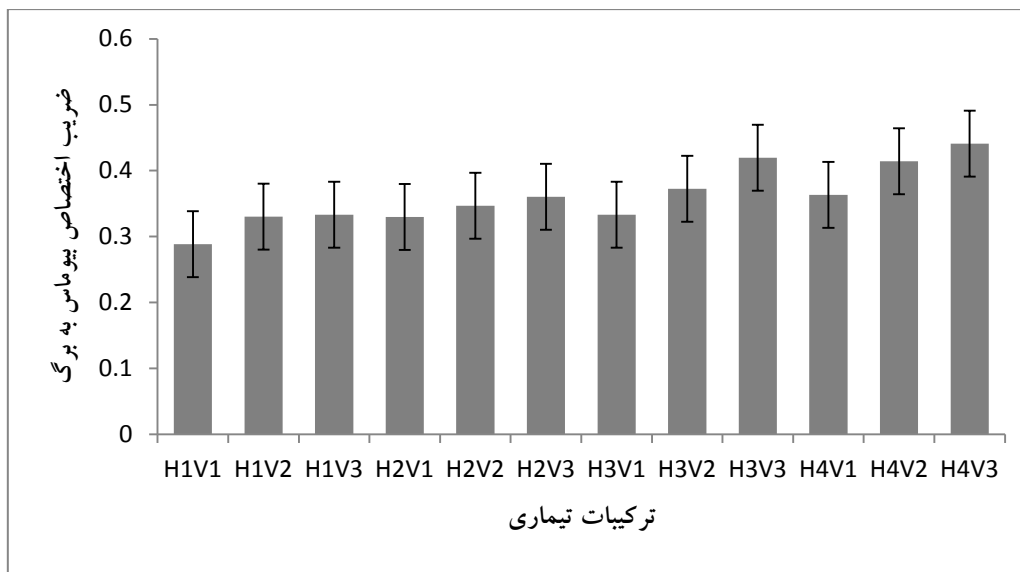
شکل ۴-۳۱ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۲۱۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست در هکتار



شکل ۴-۳۲ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۲۱۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار



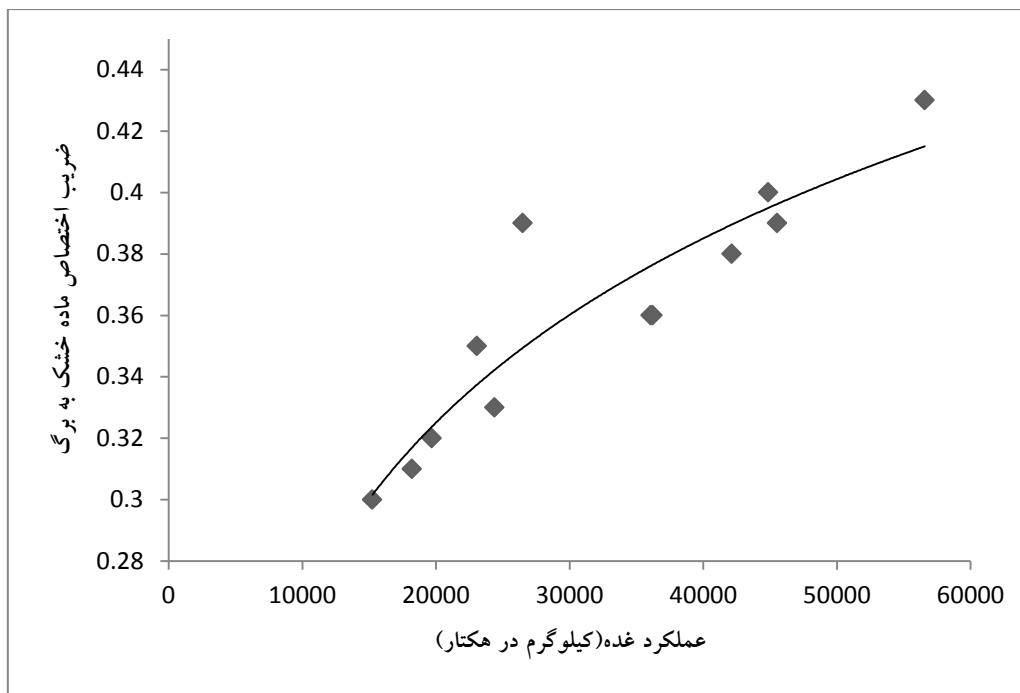
شکل ۴-۳۳ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس کل در شرایط استفاده از ۲۱۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار



شکل ۴-۳۴ ضریب اختصاص بیوماس به برگ (پر برگ) در ترکیبات تیماری اسیدهیومیک و ورمی کمپوست

جدول ۴-۱۴ ضریب تخصیص بیوماس تولیدی به ساقه و برگ و انحراف استاندارد آن برای سطوح تیمارهای مورد آزمایش

اسیدهیومیک		ورمی کمپوست		برگ		ساقه	
(میلی لیتر در هکتار)		(تن در هکتار)		ضریب	خطای استاندارد	ضریب	خطای استاندارد
صفر	صفر	صفر	۰/۶۵	۰/۷۱	۰/۳۵	۰/۷۱	۰/۷۱
		۴	۰/۶۹	۰/۸۳	۰/۳۱	۰/۸۳	۰/۸۳
		۸	۰/۶۴	۰/۱۲۶	۰/۳۶	۰/۱۲۶	۰/۱۲۶
		صفر	۰/۶۸	۰/۹۴۶	۰/۳۲	۰/۹۴۶	۰/۹۴۶
۷۰۰	۷۰۰	۴	۰/۶۷	۰/۱۰۲	۰/۳۳	۰/۱۰۲	۰/۱۰۲
		۸	۰/۶۷	۰/۱۷۰	۰/۳۸	۰/۱۷۰	۰/۱۷۰
		صفر	۰/۶۵	۰/۱۰۳	۰/۳۵	۰/۱۰۳	۰/۱۰۳
		۴	۰/۶۴	۰/۱۴۷	۰/۳۶	۰/۱۴۷	۰/۱۴۷
۱۴۰۰	۱۴۰۰	۸	۰/۶۱	۰/۱۸۵	۰/۳۹	۰/۱۸۵	۰/۱۸۵
		صفر	۰/۶۱	۰/۱۲۴	۰/۳۹	۰/۱۲۴	۰/۱۲۴
		۴	۰/۶۰	۰/۱۷۲	۰/۴۰	۰/۱۷۲	۰/۱۷۲
		۸	۰/۵۷	۰/۲۲۹	۰/۴۳	۰/۲۲۹	۰/۲۲۹

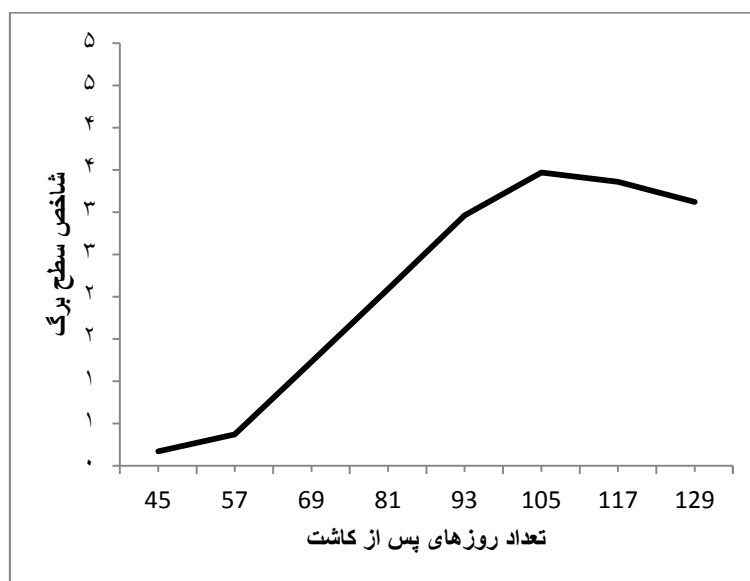


شکل ۴-۳۵ رابطه ضریب اختصاص یافته به برگ و عملکرد اقتصادی

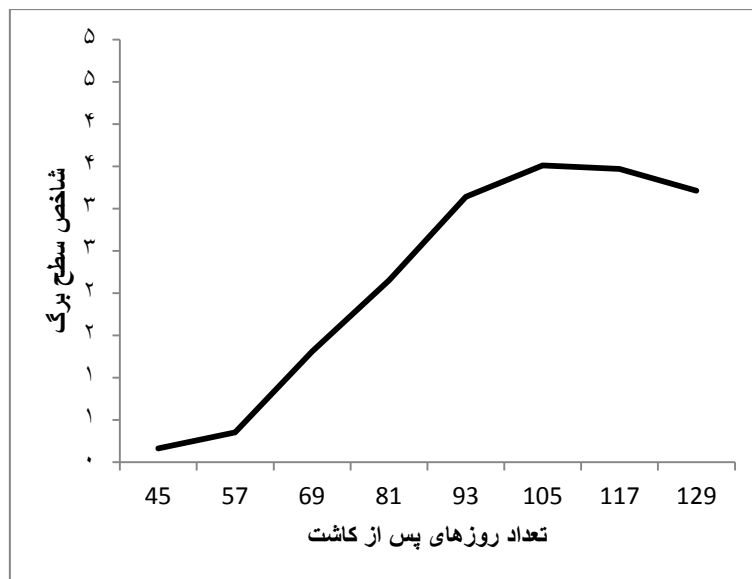
۴-۹- روند تغییرات شاخص سطح برگ در طول دوره رشد در ترکیبات تیماری

سطح دریافت کننده نور در برگ ها و کارایی فتوسنتزی آنها یکی از عوامل اولیه تولید در گیاهان زراعی است. هر عاملی که بتواند در تشکیل، رشد و دوام سطح برگ تاثیرگذار باشد، بر روی عملکرد نیز موثر است. البته بالاترین کارایی فتوسنتزی از برگ ها لزوماً در بالاترین مساحت برگی به دست نمی آید. سرعت تشکیل و دوام برگ ها بستگی به شرایط آب و هوایی، مشخصات واریته ای، خصوصیات حاصلخیزی و عملیات زراعی بکار رفته دارد. بنابراین تراکم گیاهی در واحد سطح که ناشی از فواصل کاشت می باشد در افزایش سطح برگ در واحد سطح موثر است (دراگوویچ و همکاران، ۱۹۹۶). توسعه اولیه شاخ و برگ در غده های بزرگتر نسبت به غده های کوچکتر، سریع تر بود و گیاهان رشد کرده از غده های کوچک در تراکم های پایین کاشت، شاخه های جانبی بیشتر و بزرگتری تولید می کنند و گرایش به پیری نسبت به گیاهان حاصل از غده های بزرگ دیرتر اتفاق می افتد. توسعه کانوپی نیز در پوشش گیاهی حاصل از غده های کوچک کندتر از غده های بزرگ است (جم و همکاران، ۱۳۸۷).

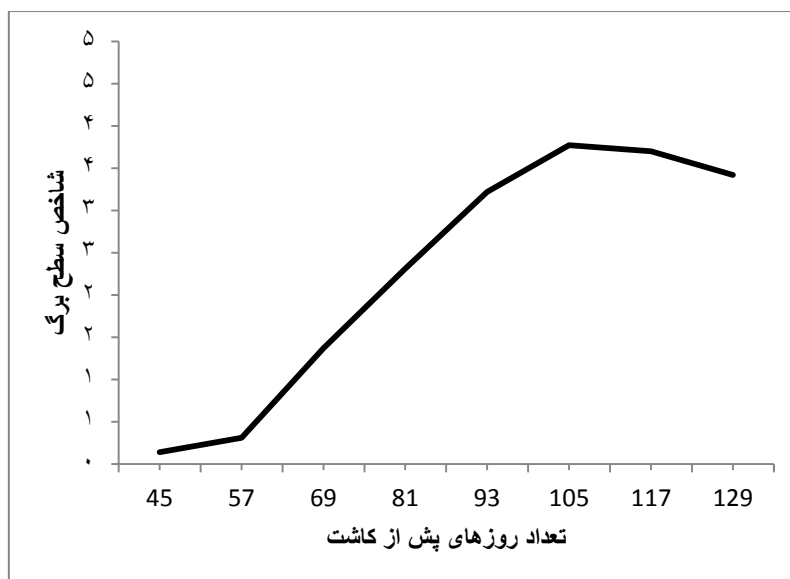
همانگونه که در شکل‌های ۴-۳۶ تا ۴-۴۷ دیده می‌شود، در شرایط اعمال کلیه تیمارهای اسیدهیومیک و ورمی کمپوست شاخص سطح برگ روند صعودی داشته و با سپری شدن زمان، سطح برگ خود را افزایش دادند و سپس شروع به کاهش نمود. بطور کلی در تیمارهایی که مقدار بیشتری از اسید هیومیک و ورمی کمپوست را دریافت نموده بودند تقریباً پوشش خود را تا اواخر دوره رشد حفظ کردند. به نظر می‌رسد یکی از عوامل موثر بر توسعه سطح برگ هر بوته و به تبع آن توسعه برگ مزرعه میزان نیتروژن است که با تاثیر به اندازه و طول عمر برگ موجب افزایش شاخص سطح برگ می‌شود. با مصرف ورمی کمپوست و اسید هیومیک نه تنها باعث تثبیت بیولوژیکی ازت می‌شود بلکه آزادسازی تدریجی در طول دوره رشد از عوامل مهم افزایش سطح برگ و دوام آن خواهد شد. کارایی استفاده از نور، تسهیم ماده خشک به ارگان‌های زایشی، شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و آهنگ رشد گیاهی تحت تاثیر میزان نیتروژن قرار می‌گیرند.



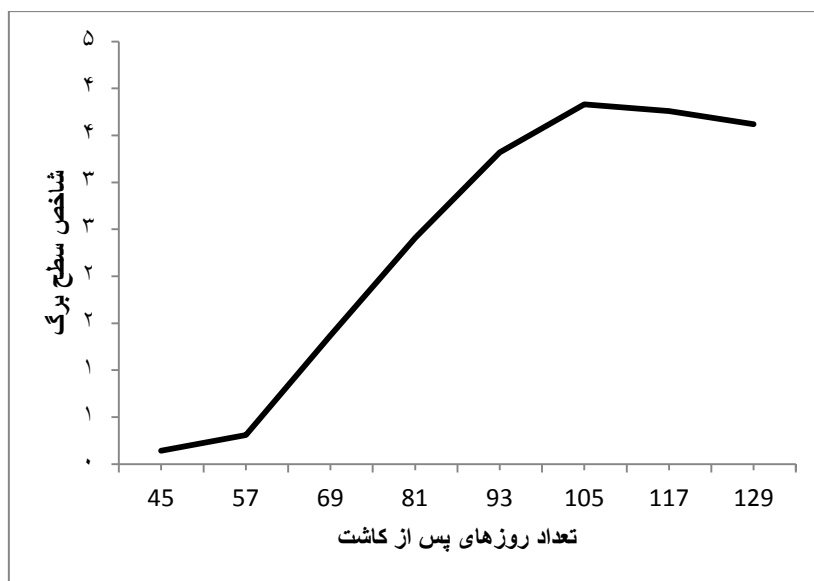
شکل ۴-۳۶ روند تغییرات شاخص سطح برگ در طول دوره رشد در تیمار H1V1



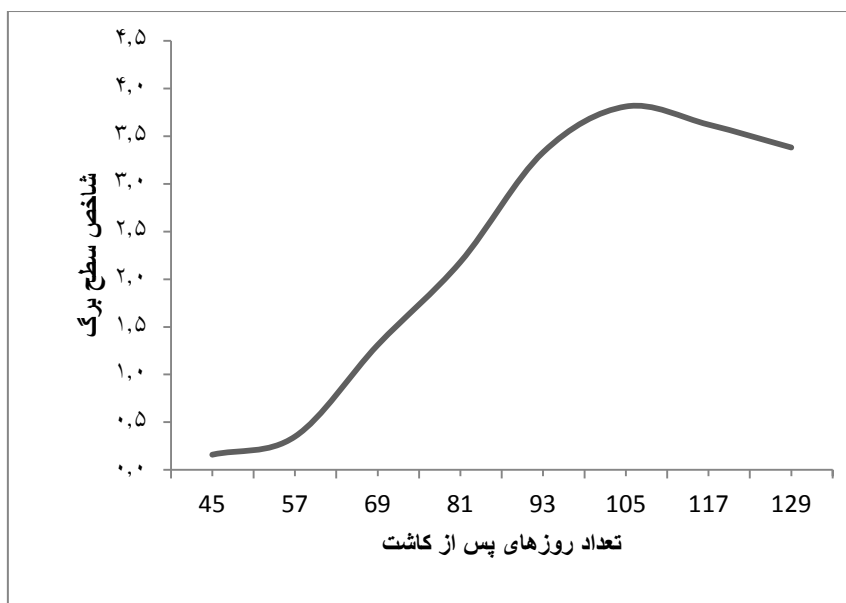
شکل ۴-۳۷ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار H2V1



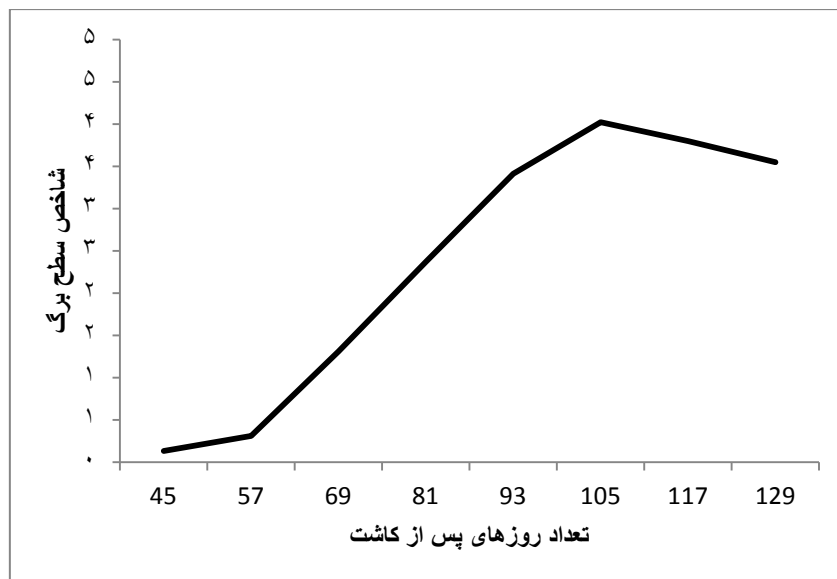
شکل ۴-۳۸ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار H3V1



شکل ۴- ۳۹ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار H4V1



شکل ۴- ۴۰ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار H1V2



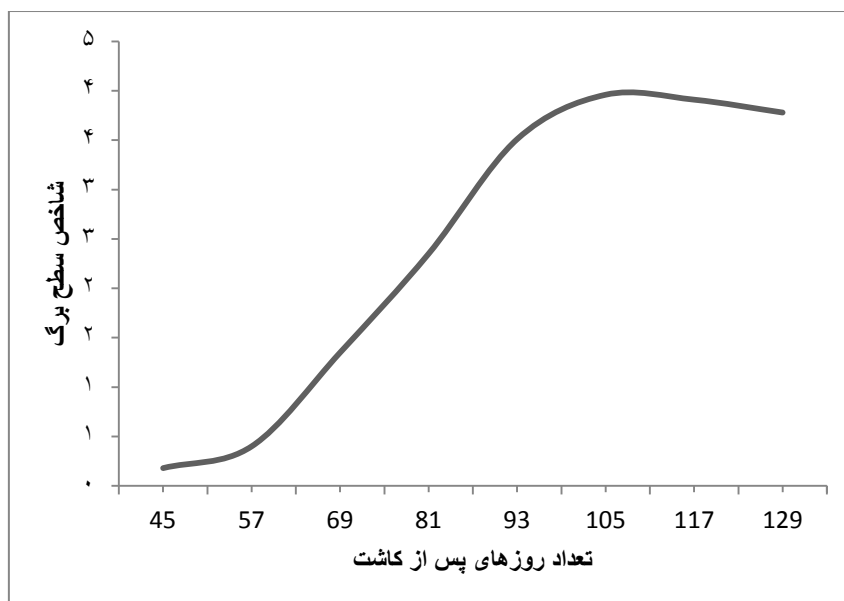
شکل ۴-۴۱ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار H2V2



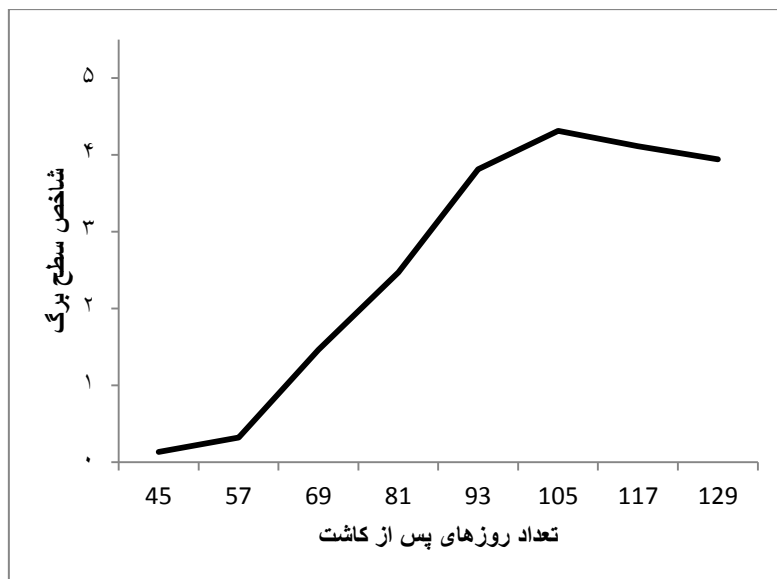
شکل ۴-۴۲ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار H3V2



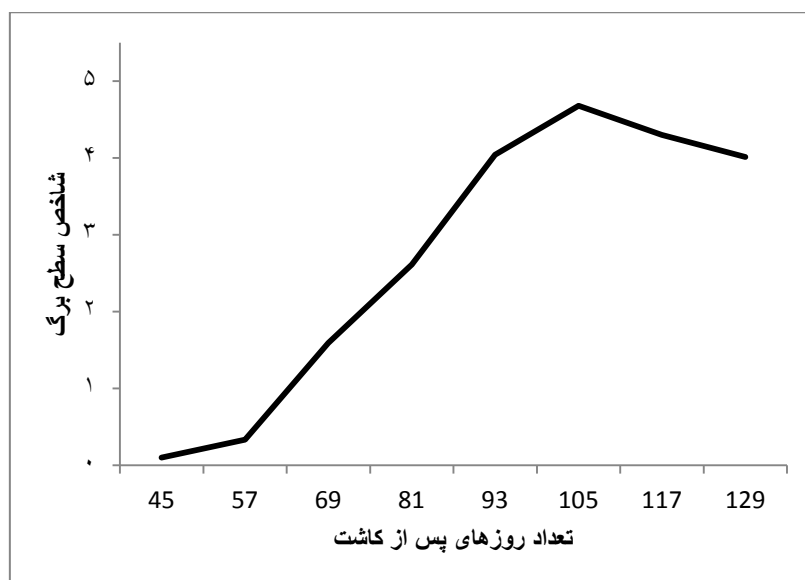
شکل ۴-۲۳ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار H4V2



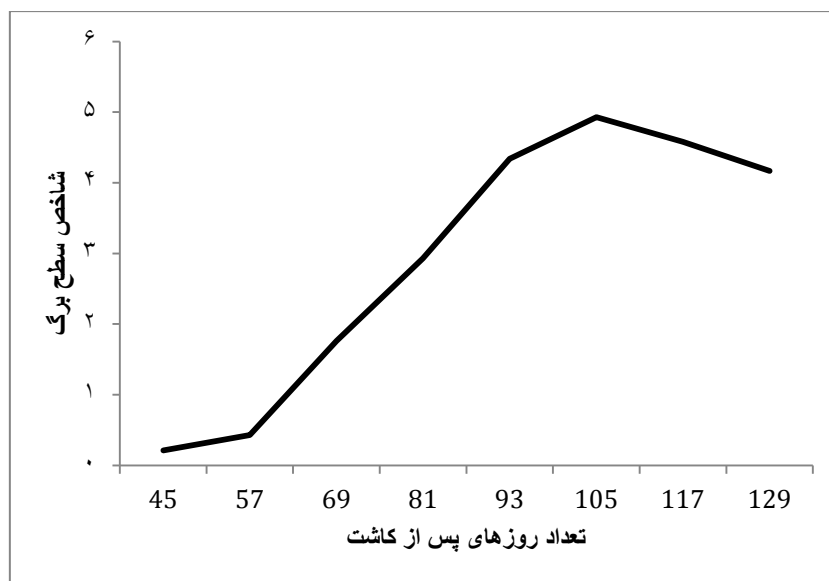
شکل ۴-۲۴ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار H1V3



شکل ۴- ۴۵ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار H2V3



شکل ۴- ۴۶ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار H3V3



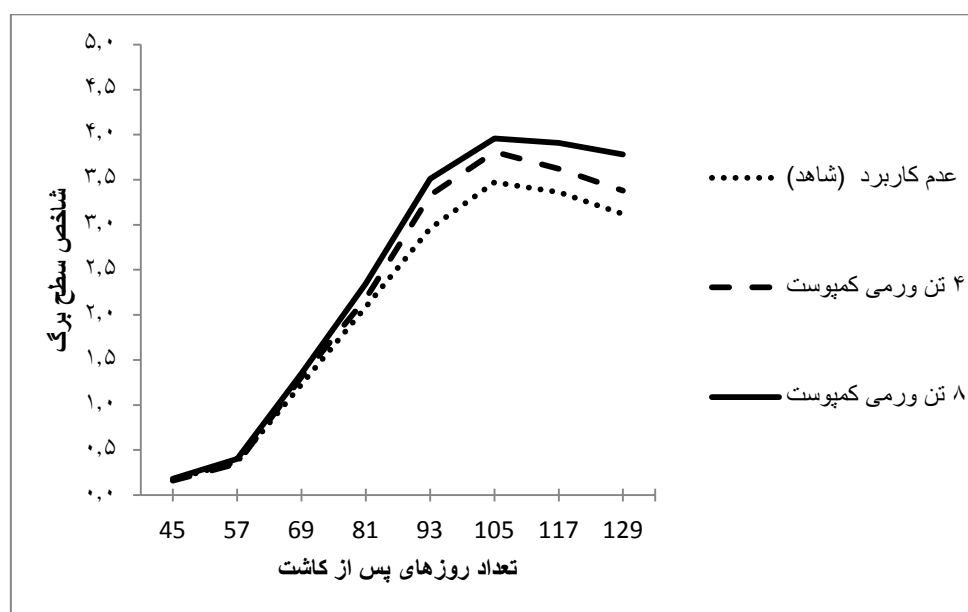
شکل ۴-۷ رابطه شاخص سطح برگ با تعداد روزهای رشد در تیمار H4V3

۴-۱۰ - تاثیر ورمی کمپوست بر روند تغییرات شاخص سطح برگ در طول دوره رشد گیاه

افزایش مواد آلی از طریق عملیات مدیریتی مناسب، کلید افزایش میزان کربن آلی خاک می باشد. مواد آلی خاک منبع اصلی عناصر قابل دسترس از طریق تغییر شکل میکروبی می باشد که کیفیت خاک را بهبود بخشیده و تولید محصول را بهینه می کند. پویائی مواد آلی خاک و بیوماس میکروبی آن منعکس کننده خصوصیات و فعالیت های بیولوژیکی خاک و کیفیت مواد آلی اضافه شده به خاک می باشد (کلارک و همکاران، ۱۹۹۸). بر همین اساس مصرف کودهای آلی بخصوص کمپوست و ورمی کمپوست موجب افزایش ماده آلی خاک شده که نهایتا منجر به بهبودی خصوصیات فیزیکی خاک و افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی در خاک شده و با افزایش رشد رویشی و دوام سطح برگ باعث افزایش عملکرد می شود. همان طور که در شکل ۴-۴۸ دیده می شود، با مصرف ۸ تن ورمی کمپوست در هکتار شاخص سطح برگ بیشتری نسبت به تیمار ۴ تن در هکتار و شاهد به دست آمده است.

یکی از دلایل افزایش شاخص سطح برگ در تیمار ۸ تن در هکتار ورمی کمپوست مربوط به مصرف کود آلی است که علاوه بر افزایش مواد آلی خاک، منجر به افزایش محتوای عناصر غذایی خاک به ویژه نیتروژن می شود. اساسا نیتروژن کل خاک با مصرف کودهای آلی و عملیات مدیریتی زیستی

افزایش می یابد. مشخص شده است که کودهای آلی موجب تحریک تثبیت نیتروژن در خاک شده و ممکن است موجب افزایش نیتروژن خاک شود (جم و همکاران، ۱۳۸۷). با افزایش میزان نیتروژن و تداوم فراهمی آن در طول دوره رشد باعث افزایش شاخص سطح برگ در تیمار ۸ تن در هکتار ورمی کمپوست گردیده است، ولی به دلیل کمتر بودن مواد آلی در تیمار شاهد و عدم دسترسی گیاه به مواد غذایی کافی خصوصاً نیتروژن از رشد رویشی کمی برخوردار بوده و با پیری و زوال سریع تر برگها از سطح برگ کمتری در اواخر دوره رشد نیز برخوردار هستند.



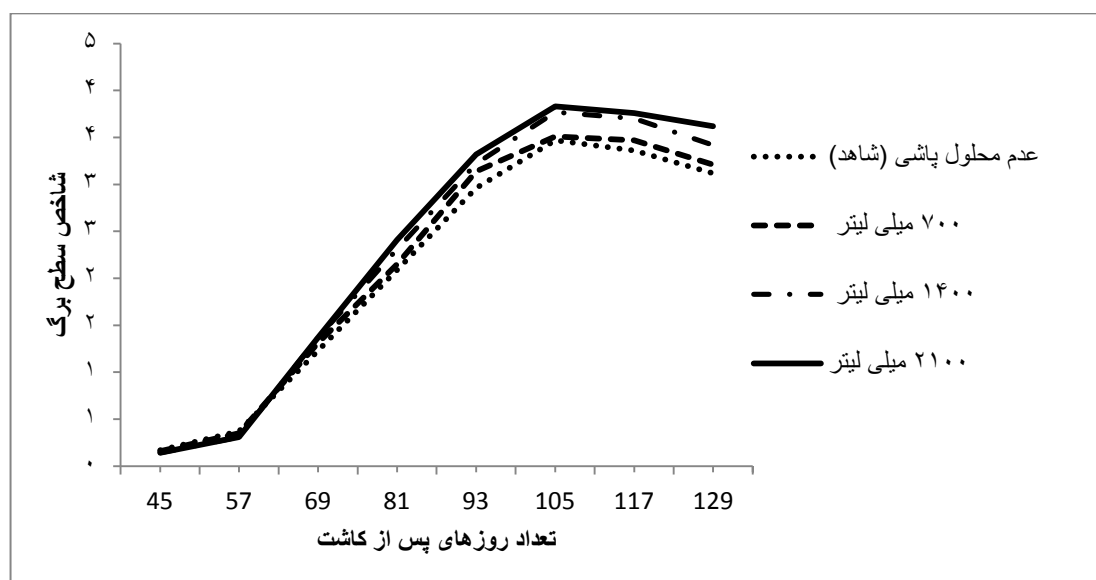
شکل ۴-۸ تاثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست بر شاخص سطح برگ در طول دوره رشد گیاه

۴-۱۱- رابطه مصرف اسید هیومیک و تعداد روزهای رشد با شاخص سطح برگ

مصرف مواد آلی نظیر اسید هیومیک تاثیر قابل توجهی بر بهبود رشد گیاهان دارد که دلایل آن عبارت است از: افزایش جذب عناصر غذایی مثل فسفر، ازت و برخی عناصر ریز مغذی افزایش جذب آب، تولید هورمون گیاهی، کاهش اثر تنش‌های محیطی، افزایش مقاومت نسبت به عوامل بیماری‌زا و تاثیر مثبت بر روی برخی میکرو ارگانیسم‌های مفید خاکزی باعث رشد رویشی گیاه و ایجاد شاخ و برگ زیاد و در نتیجه افزایش سطح برگ و دوام آن در گیاهان می‌شوند. این امر منجر

به افزایش عملکرد می گردد. چنانکه در شکل ۴- ۴۹ مشاهده می شود، مصرف ۲۱۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک در هکتار نسبت به سایر تیمارها از سطح برگ بیشتری برخوردار است.

نتیجه حاصل با یافته های سلیم و همکاران (۲۰۰۸) بر روی گیاه سیب زمینی مطابقت دارد. همچنین سبزواری و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیقات خود بر روی دو رقم گندم سایونز و سبلان عنوان کردند که، محلول پاشی گندم با اسید هیومیک باعث توسعه ریشه و اندام هوایی گندم می شود. آنها دلیل آن را اثرات هورمونی و بهبود جذب عناصر غذایی از سوی اسید هیومیک به عنوان یک اسید آلی عنوان کردند.

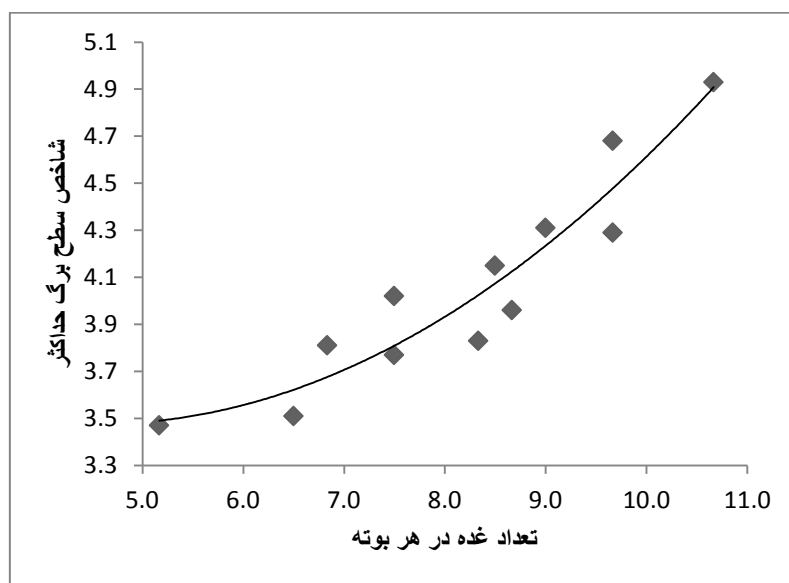


شکل ۴- ۴۹ تاثیر سطوح مختلف اسید هیومیک بر شاخص سطح برگ در طول دوره رشد گیاه

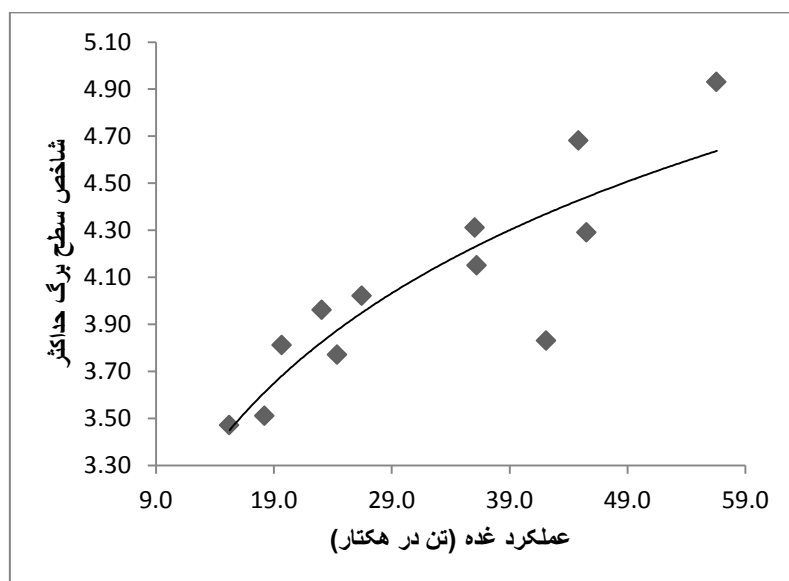
۴-۱۲- رابطه تعداد غده در بوته و عملکرد غده با شاخص سطح برگ حداکثر

رابطه تعداد غده در بوته و عملکرد غده با شاخص سطح برگ حداکثر به ترتیب در شکل های ۴-۵۰ و ۴-۵۱ آورده شده است. این شکل ها رابطه تنگاتنگی بین صفات مذکور و شاخص سطح برگ حداکثر را نشان می دهند.

مطالعات گاردنر و همکاران (۱۹۹۰) نشان داد که، معمولاً شاخص سطح برگ سه تا پنج برای تولید حداکثر ماده خشک در اغلب محصولات زراعی مناسب است. با توجه به این که عمده ترین عامل موثر بر رشد و تولید گیاهان زراعی میزان جذب نور توسط برگ‌ها و تبدیل آن به مواد فتوسنتزی است، افزایش سطح برگ در مزرعه باعث افزایش میزان جذب نور خواهد شد و در نهایت منجر به افزایش عملکرد می‌گردد.



شکل ۴ - ۵۰ رابطه تعداد غده در هر بوته با شاخص سطح برگ حداکثر



شکل ۴ - ۵۱ رابطه عملکرد غده در بوته با شاخص سطح برگ حداکثر (تن در هکتار)

۴-۱۳- نتیجه گیری

اهم نتایج به دست آمده از این تحقیق عبارتند از:

۱- عملکرد و اجزای عملکرد سیب زمینی (رقم اگر یا) بطور معنی دار تحت تاثیر اسید هیومیک و ورمی کمپوست قرار گرفت.

۲- اسید هیومیک و ورمی کمپوست با تاثیر بر بافت خاک و بهبود تغذیه عملکرد و اجزای عملکرد را بهبود بخشیده و آن را افزایش دادند.

۳- کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست به همراه محلول پاشی ۲۱۰۰ میلی لیتر در هکتار اسید هیومیک می تواند عملکرد اقتصادی سیب زمینی را افزایش داده و گامی جهت نیل به کشاورزی پایدار باشد. در نهایت می توان گفت وجود مواد آلی علاوه بر اینکه نشان دهنده سلامت و کیفیت خاک است، شاخص مناسبی برای باروری آن به شمار می آید که حاصل برهم کنش فرایندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک است. بنابر این کاربردهای آلی در زراعت گیاهان می تواند بسیاری از مشکلاتی که از مصرف کودهای شیمیایی به وجود می آیند را بکاهد.

مصرف اسید هیومیک بصورت محلول پاشی بعلت مصرف کم آن نسبت به کودهای شیمیایی صرفه اقتصادی دارد. تولید ورمی کمپوست در کشور، صنعتی نوپا به حساب می آید و هزینه تولید آن مقداری بالا بوده و نسبت به کودهای شیمیایی هزینه بیشتری دارد. با این حال اثرات دراز مدت آن بر خصوصیات خاک، تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، حفظ خصوصیات بیولوژیکی خاک زیاد بوده و می تواند هزینه تولید را در دراز مدت جبران نماید.

۴-۱۴- پیشنهادات

در تکمیل این تحقیق و توسعه آن پیشنهادات زیر قابل ارائه است.

۱- کشت ارقام مختلف سیب زمینی و کاربرد توام ورمی کمپوست و اسید هیومیک در چند سال متوالی بر آنها.

۲- تکرار آزمایش فوق در مناطق مختلف با شرایط آب و هوایی و بافت متفاوت خاک و بررسی نتایج حاصله.

۳- کاربرد همزمان ورمی کمپوست و نسبت های مختلف کودهای شیمیایی و مصرف همزمان اسید هیومیک و نسبت های مختلف کودهای شیمیایی و مقایسه نتایج آنها.

۴- کاربرد توأم اسید هیومیک و ورمی کمپوست و نسبت های مختلف کودهای شیمیایی و مقایسه نتایج آنها.

اچ. پی. بیوکما. ای. وان. درزاک. ۱۳۸۳. زراعت سیب زمینی. ترجمه رضائی، عبدالحمید. سلطانی، افشین مشهد: انتشارات جهاددانشگاهی مشهد

ایوان، درزاگ. ری. ۱۳۷۶. سیب زمینی و زراعت آن در کشور هلند. ترجمه وافری، حسین، اکبر زاده خیابوی، یعقوب. کرج: نشر آموزش کشاورزی

ان. سی. برادی، آر. آر. ویل. ۱۳۸۵. سرشت و خصوصیات خاکها. ترجمه شاهویی، سید صابر. سنندج: دانشگاه کردستان

آر. ام. ریس، بی. سی. بال، سی. دی. کمپل، سی. ای. واتسون. ۱۳۸۵. مدیریت پایدار ماده آلی خاک. ترجمه وراوی پور، مریم. تهران: انتشارات دانشگاه تهران

اعتباریان، حسن رضا. ۱۳۸۷. بیماریهای سبزی و صیفی و روشهای مبارزه با آنها. تهران: انتشارات دانشگاه تهران

استفن. آر. گلیسمن. ۱۳۸۶. آگرو اکولوژی. ترجمه نصیری محلاتی مهدی، کوچکی علیرضا، رضوانی پرویز، بهشتی علیرضا. مشهد: انتشارات دانشگاه فردوسی

الهام، جم، عبادی، علی، امینی، ایرج، دهدار، بهرام. (۱۳۸۷). تاثیر تراکم و اندازه غده چه روی برخی صفات کمی و کیفی سیب زمینی. مجله پژوهش و سازندگی، ۸۱، ۵۸-۴۴

بی نام. ۱۳۸۸. مدیریت طرح و برنامه ریزی سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان. ص ۳۹.

پوریای ولی، مهدی. ۱۳۸۹. سیب زمینی و تولید خارج از فصل. اصفهان: انتشارات: نصح

پی. کی. گوپتا. ۱۳۸۵. تولید ورمی کمپوست برای کشاورزی پایدار. ترجمه علیخانی، حسینعلی، ثوابی، غلامرضا. تهران: جهاد دانشگاهی

پی. سی. استوریوک، اس. جی. ویرسما. ۱۳۸۴. راهکار تولید غده بذری سیب زمینی. ترجمه شاطریان، جواد و نیامنش، حیدر. تهران: دانشگاه تهران

تیسدل، ساموئل، نلسون، ورنر. ۱۳۷۰. کودها و حاصلخیزی خاک. ترجمه ملکوتی، محمدجعفر، ریاضی، همدانی، سید عبدالحسین. تهران: مرکز نشر دانشگاهی

دانشور، محمدحسین. ۱۳۷۹. پرورش سبزی. اهواز: انتشارات دانشگاه شهیدچمران

رادنیا، حسین. ۱۳۷۰. کمبود مواد غذایی در نباتات زراعی و درختان میوه و سبزیجات. (ترجمه). سازمان ترویج وزارت کشاورزی

ریگی، محمدرضا و رونقی عبدالمجید. ۱۳۸۲. ارزیابی گلخانه ای تاثیر سه نوع ورمی کمپوست و نیتروژن بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت و برنج. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

رابرت ک. ام. هی؛ اندرو ج. واکر. ۱۳۹۰. مقدمه ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. ترجمه اما، یحیی و نیک نژاد، منصور. شیراز: انتشارات دانشگاه شیراز

راشل، کارسون. ۱۳۸۱. بهار خاموش. ترجمه وهاب زاده عبدالحسین، کوچکی عوض، علیزاده امین. مشهد: انتشارات جهاد دانشگاهی

سبزواری، م. ۱۳۸۸. اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام گندم سایونز و سبلان. مجله آب و خاک، سال ۲۳. شماره ۲.

سماوات، سعید، پازکی، علیرضا، لادن مقدم، علیرضا، سماوات، سمانه. ۱۳۸۷. اصول کاربردی مواد آلی در کشاورزی. گرمسار: دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار

شفیعی زرگر، علیرضا و کاشی عبدالکریم. ۱۳۷۵. بررسی صفات کمی و کیفی ارقام خیار سز به تبعیت از مواد آلی و معدنی در کشت پاییزه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس

صالح راستین، ن. ۱۳۸۰. کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار. کرج: نشر آموزش کشاورزی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی

عزیزی، م. رضوانی، ف. حسن زاده، م. لکزیان، ا. و نعمتی، ح. ۱۳۸۷. تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست و آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria recutita*) رقم Goral. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران جلد ۲۴، شماره ۱، صفحات ۹۳-۸۲.

عرفان منش، مجید؛ کلباسی، محمود؛ افیونی، مجید. ۱۳۷۶. اثر تیمارهای لجن فاضلاب بر برخی خصوصیات خاک و جذب و تراکم عناصر سنگین به وسیله اسفناج و گوجه فرنگی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان

فلاحی، م. ۱۳۷۶. دانش و تکنولوژی سیب زمینی. مشهد: بارثاوا

فتائی، ابراهیم. گندمکار، سعید. ولیزاده، مصطفی. حسین زاده، امیراصلان. زرگرزاده، فروغ الدین. ۱۳۷۹. اثربیش جوانه دار کردن و تاریخ برداشت بر عملکرد، کیفیت انباری و سلامت سه رقم سیب زمینی. مجله علوم زراعی ایران. جلد دوم. شماره ۴.

فرانکلین. پی. گاردنر، آر. برنت. پی پرس، راجر. ال. میشل. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی. ترجمه سرمندیا، غلامحسین و کوچکی، عوض. مشهد: جهاد دانشگاهی

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

کوچکی، عوض، خیابانی حمید. ۱۳۸۶. مبانی اکولوژی کشاورزی. مشهد: جهاد دانشگاهی

گودرزی، کرم الله. ۱۳۸۰. بررسی اثرات گوگرد و کمپوست بر افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی خاک و عملکرد گندم. مجله علوم خاک و آب. دوره ۱۵. شماره ۲

معارف دوست، محمدمهدی. ۱۳۷۸. بررسی تعادل های توزیع Zn روی هیومیک اسید استخراج شده از خاک جنگلی نهارخوران گرگان در pH های مختلف و تعیین ثبات تعادل (k) به وسیله تکنیک جذب اتمی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه گیلان.

ملکوتی، محمدجعفر، طباطبایی جلال. ۱۳۷۶. تغذیه گیاهان از طریق محلول پاشی. نشریه فنی دفتر خدمات و تکنولوژی آموزشی، ۸

مبلی حسین، موسی زاده حسین، جوانبخت سمانه. ۱۳۸۸. فناوری تولید سیب زمینی. تهران: موسسه انتشارات دانشگاه تهران

میرحیدر، حسین. ۱۳۷۵. معارف گیاهی. تهران: دفتر نشر فرهنگ اسلامی

محمودی، حسین، مهدوی دامغانی عبدالمجید. ۱۳۸۷. درآمدی بر کشاورزی ارگانیک. مشهد: جهاد دانشگاهی

ملکوتی، محمدجعفر، طهرانی، محمد مهدی. ۱۳۷۹. نقش ریز مغذی ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی «عناصر خرد با تاثیر کلان». تهران: دانشگاه تربیت مدرس

نعمتی ثانی، ابراهیم. ۱۳۹۰. تاثیر متقابل اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر عملکرد ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود

نورمحمدی، ق. سیادت، ع. ۱۳۸۰. زراعت غلات. اهواز: انتشارات دانشگاه شهیدچمران اهواز

نوری قنبلانی، قدیر. ۱۳۸۱. ارزیابی میزان خسارت علف های هرز در مزارع سیب زمینی اردبیل و کارائی دو روش وجین دستی و کنترل شیمیائی. مجله علوم زراعی ایران. جلد چهارم. شماره ۲

والاس. جی. ۱۳۸۴. اصول کشاورزی زیستی. ترجمه کوچکی، علیرضا، غلامی، احمد، مهدوی دامغانی، عبدالمجید، تبریزی، لیلا. مشهد: دانشگاه فردوسی

وراوی پور، مریم. ۱۳۸۵. مدیریت پایدار ماده آلی خاک. (ترجمه)، چاپ اول. تهران: انتشارات دانشگاه تهران

- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., Metzger, J.D., 2004.** Influence of vermicomposts on field strawberries: effect on growth and yields. *Biores Tech* 93, 145–153.
- Alam, M.N., Jahan, M.S., Ali, M.K., Islam, S., and 4S.M.A.T. 2007** KhandakerEffect of Vermicompost and NPKS Fertilizers on Growth,Yield and Yield Components of Red Amaranth*Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 1(4): 706-716.
- Allen, E.J., Brier P.J.O., and Firman, D. 1992.** Seed tuber production and management. pp. 24-91. In: Harris, P.M. (ed.) *The Potato Crop*: Chapman and Hall, London.
- Alvin, A. 2003.** Modern developments in foliar fertilization.IFA-FAO Agriculture Conference. Rom, Italy.
- Ansari, A.A., 2008.** Effect of Vermicompost on the Productivity of Potato (*Solanum tuberosum*),Spinach (*Spinacia oleracea*) and Turnip (*Brassica campestris*) *World Journal of Agricultural Sciences* 4 (3): 333-336.
- Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A., and. Khanuja, S.P.S., 1995.** Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. *Communications in Soil Sci. and Plant Analysis*. 36: 1737-1746.
- Arguello, J.A., ledesma, A., nuhez, S.B., Rdriyuez,C.H.and Goldfarb.M.D.D.2006.** vermicompost effects on buldings dynamics, nonstructural carbohydrate content, yield, and quality of Rosado Paraguayan garlic bulbs *hort science*: 41(3):589-592.
- Atiyeh, R.M., Lee, S., Edwards, C.A., Arancon, N.Q., Metzger, J.D.2002.** The influence of humic acids derived from earthworm processed organic wastes on plant growth. *BioresTech* 84, 7-14
- Atiyeh, R. M, Arancon, N., Edwards, C. A., and Metzger, J. D. 2000.** Influence of earth worm – processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresource Technology* 75 : 175 - 180.
- Atiyeh, R. M., Arancon, N., Edwards, C. A., and Metzger, J. D. 2004.** Influence of earth worm processed pig manure on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bioresource Technology* 93: 139–144.
- Atiyeh, R. M., Edwards, C. A., Subler, S., and Metzger, J. D. 2001.** Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: Effects on physicochemical properties and plant growth. *Bio resource Technology* 78: 11-20.
- Atiyeh, R. M, Subler, S., and Edwards, C. A. 2000.** Changees in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Esenia andreaia*) and the effects on seedling growth. *Pedo Biologia* 44: 709-724.
- Anwar, M., D. D. Patra, S. Chand, K. Alpesh, A. A. Naqvi and S. P. S. Khanuja. 2005.** Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. *Communications in Soil Sci. and Plant Analysis*. 36: 1737-1746.
- Andre, C. M., Ghislain, M., Bertin, P., Oufir, M., Herrera, M. D., Hoffmann, L., Housman, J. F. Larondelle, Y., & Evers, D. (2007).** Andean potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.)

- as a source of antioxidant and mineral micronutrients. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 366–378.
- Bouche, M.B.** and Gradner, R.H 1984. Earthworm function. V3. Population estimation techniques. *Rev. Ecol. Biol Sol.* 21: 37- 63.
- Batugal, P.A.,** A. De la Cruz, W.H. Libunao and A.M. Khwaja. 1990. Intercropping potato with maize in lowland Philippines. *Field Crops Research*. 25: 83-97.
- Bachman, G. R.,** and Metzger, J. D. 2000. The use of vermicompost as a media amendment. *Pedo Biologia* 32: 419-423.
- Brady NC,** Weil RR (2006) *The nature and properties of soil*. Prentice Hall, New Jersey
- Benitez, E.,** Sainz, H., Nogales, R., 2005. Hydrolytic enzyme activities of extracted humic substances during the vermin composting of a lignocellulosic olive waste. *Biore Tech.* 96, 785–790.
- Burke, J. J. 1997.** Potato production for freshmarket and chips processing. *Prue. National Potato Conference*. Pp. 22-25.
- Buchanan, M.A., E.** Russell and S.D. Block, 1988 Chemical characterization and nitrogen mineralization Edwards, C.A. and E.F. Neuhauser, (Eds.). *S.P.B Acad. potentials of vermicomposts derived from different organic wastes*. In: *Earthworms in environmental and waste management*. Publ., The Netherlands, pp: 231-239.
- Bahl, G.S.,** Pasricha, N.S., 1998. Efficiency of P utilization by pigeonpea and wheat grown in a rotation. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 51, 225–229.
- Brady, N.C.,** 1985. *The Nature and Properties of Soils*, eighth ed. Colier McMillan, London.
- Bullock, D.S.,** Bullock, D.G., 2005. Calculation of optimal nitrogen fertilizer rates. *Agron. J.* 86, 921–923.
- Buyer, J.S.,** Roberts, D.P., Russek-Cohen, E., 1999. Microbial community structure and function in the sperm sphere as affected by soil and seed type. *Canadian Journal of Microbiology* 45, 138–144.
- Brunner, K.,** Zeilinger. S., Ciliento, R., Woo, S.L., Lorito, M., Kubicek, C.P., and Mach, R.L. 2005. Improvement of the fungal biocontrol agent *Trichoderma atroviride* to enhance both antagonism and induction of plant systemic disease resistance. *Applied and Environmental Microbiology*. 71: 3959-3965.
- Clap, C. E.** 2001. *An organic matter trial: polysaccharides to waste management to nitrogen. / carbon to humic substances*. royal society of chemistry, Cambridge, uk. Pp. 3- 17
- chen, y. clap, C.E.** Magen,H. and clin.V.W.1999. stimulation of plant Growth by Humic substances :Effects on Iron Availability . . In: Ghabbour, E.A. and Davies, G. understanding Humic substances: Advanced Methods, properties and applications. Royal society of chemistry ,Cambridge. UK

- Chen, B., Shen, H.,** Li, X., Feng, G., Christie, P., 1999. Effects of EDTA application and arbuscular mycorrhizal colonization on growth and zinc uptake by maize (*Zea mays* L.) in soil experimentally contaminated with zinc. *Plant and Soil* 261, 219e229.
- Chen, B.D., Li, X.L.,** Tao, H.Q., Christie, P., Wong, M.H., 1986. The role of arbuscular mycorrhiza in zinc uptake by red clover growing in a calcareous soil spiked with various quantities of zinc. *Chemosphere* 50, 839e846.
- Cassman, K.G.,** Harwood, R.R., 1995. The nature of agriculture systems: food security and environmental balance. *Food Policy* 20, 439–454.
- Cavender, N. D., R. M.** Atiyeh and M. Knee. 2003. Vermicompost stimulates mycorrhizal colonization of roots of *sorghum bicolor* at the expense of plant growth. *Pedobiologia*. 47: 85-89.
- Cimrin,k.M,and** yilmaz,I.2005.Humic acid applications to lettuce do not improve yild but do improve phosphorus availability .*Acta Agriculture scandinavica,section,soil and plant*
- Clark,M.S.,**W.R.Horwatch, C. Sherman, and K. M.Scow.1998. change in soil chemical propertice resulting from organic and low- input farming practices. *Agronomy jurnal*.90
- Cooperband.l.**2002. bulding soil organic matter with organic amendments. University of wiscansin medicine.
- Dursun,A.Guvenc,I.** and Turan,M. 2002.Effects of different levels of humic acid on seeding growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. *Acta Agro Botanica*, 56, 81-88
- Desai, V.R.,** Sabale, R.N., and Raundal, P.V. 1999. Integrated nitrogen management in wheat-coriander croppingsystem. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities* 24(3):273–275.
- Donald, A. M.,** Kato, L., Perry, P. A., & Waigh, T. A. (2001). Scattering studies of the internal structure of starch granules. *Starch/Starke*, 53, 504–512.
- Dickerson, G. W.** 2001. Vermicomposting. www.cahe Nmus/edu.
- Day, B.** (2000). Modified atmosphere packaging of selected prepared fruits and vegetables. In P. Zeuthen (Ed.), *Processing and quality of foods*, Vol. 3. Chilled foods the revolution in freshness (pp. 230–233). London: Elsevier.
- Dogan . e.** and Dimer, K. 2004. Determination of yield and fruit characteristics of tomato crop grown in humic acids –added aggregate culture in greenhouse condition. VI. 21 – 24 september, turkey. Pp 218 - 224
- Douds, D.D.Jr.,** G. Nagahashi, P.E.P feffer, W.M.kayser and c. Reider. 2004. On farm production of arbuscular mycorrhizal fungus in culum.
- Edwards, C.A.,** 1981. Breakdown of animal, vegetable and industrial organic waste by earthworms. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 24: 21-31.

- Edwards, D.A., Luthy, R.G., Liu, Z., 1998.** Solubilization of polycyclic aromatic hydrocarbons in micellar nonionic surfactant solutions. *Environ. Sci. Technol.* 25, 127–133.
- Edmond, J. B., ISENN, t. l., Andrews, F. S. and halfacre, R. G. 1975.**
Fundamental of horticulture. 4th edition. McGraw-hill book company. New York, U. S. A.
- Everett, T. H. 1984.** Encyclopedia of Horticulture. The new York botanical garden illustrated. Vol. 1-10 garland publishing, inc. neew York, U. S. A.
- Freeman, M., Jarvis, M. C., & Duncan, H. J. (1992).** The textural analysis of potato. 3. Simple methods for determining texture. *Potato Research*, 35, 103–109.
- Feng, Z., Jin-Kui, G., Ying-Li, Y., Wen-Liang, H. and Li-in, Z. (2002)** Changes in the pattern of antioxidant exzymes in wheat exposed to water deficit and rewatering. *Acta Physiologiae Plantarum* 3: 345-352.
- Fernandez, F. Reyes, v. Martinez, C. Salomon, C. Yanez, J. Ceballos, J.M. Dendooven, L. 2009.** Effect of different nitrogen sources on plant characteristics and yield of common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) *Bioresource Technology* 101 (2010) 396–403.
- Fu jiu c., dao qi, y. and quing sheng, w. 1995.** physiological effect s of humic acid on drought resistance of wheat (in Chinese). *Yingyong shengtai xuebao*. Pp 363-367.
- Goffart, Y.P., 2004.** Pavely financed by cemter agricole pomme de terre, CAP asbl and private partners department crop production. Pp. 15
- Gianinazzi, S., and M, Vosatka. 2004.** in culum of arbuscular mycorrhizal fungi for production system: science meets business. *Can. J. Bot.* 82: 1264- 1271
- Gravel, V., Antoun, H., and Tweddell. R.J. 2007.** Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with *Pseudomonas putida* or *Trichoderma atroviride*: Possible role of indole acetic acid (IAA). *Soil Biology and Biochemistry*. 39: 1968-1977.
- Gupta, M. L. and K. K. Janardhanan. 1991.** Mycorrhizal association of *Glomus aggregatum* with palmarosa enhances growth and biomass. *Plant and Soil*. 131: 261-263.
- Gupta, M. L., A. Prasad, M. Ram and S. kumar. 2002.** Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. *Bioresource Technol.* 81: 77-79.
- Grayndler, M., Hrselova, H., Stri'teska, D., 2006.** Effect of soil bacteria on growth of hyphen of the carbuncular mycorrhizal (AM) fungus *Glomus claroideum*. *Folia Microbiology* 45, 545–551.
- Gosseling, B., & Mondy, N. I. (2006).** Effect of packaging materials on the chemical composition of potatoes. *Journal of Food Science*, 54(3) , 629–631.

- Gardner, F., P.R. Balle, and D.E. McCLOUD.** 1990. yield characteristics of ancient race of maize compared to a modern hybrid. *Agron. J.* 82
- Hall, A.J.,** Milthorpe, F.L., 2000. Assimilate source–sink relationships in *Capsicum annum* L. III. The effects of fruit excision on the photosynthesis, and leaf and stem carbohydrates. *Aust. J. Plant Physiol.* 5, 1–13.
- Harman, G.E.** 2005. Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma* spp. The nature and application of biocontrol microbes II: *Trichoderma* spp. *Phytopathology*. Pp: 190-194.
- Harris, G.D.,** platt., W.L., price, B. C. 1990. vermicomposting in rural community Biocycle. 31 No. 1: pp: 48-51.
- Hooker, W.j.** 1990. Compendium of potato disease. The American psychopathological Society press. Third printing.
- Hance, R. J.** 1980. Interactions between herbicides and the soil. London: Academic Press.
- Jeyabal, A.,** and Kupposwamy, G., 2001. Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and its response in rice-legume cropping system and soil fertility. *European Journal of Agronomy*, 15: 153-170.
- Jambhekar, H.A.** and bhiday, M.R. 1992. Effect of vermicompost on sugarcane planted in saline land. *Proc. Natl. Natural Fmg. Held at Udaipur*.
- Kale, R. D., B. C. Mallesh, B. Kubra and D. J. Bagyaraj.** 2002. Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial population in a paddy field. *Soil Biology and Biochemistry*. 24: 1317-1320.
- Karla, Y.P., Soper, R.J.,** 2005. Efficiency of rape, oat, soybean and flax in absorbing soil and fertilizer phosphorus at seven stages of growth. *Agron. J.* 60, 209–212.
- Kumar, S., C. R. Rawat, S. Dhar and S. K. Rai.** 2005. Dry matter accumulation, nutrient uptake and changes in soil fertility status as influenced by different organic sources of nutrients to forage sorghum (*Sorghum bicolor*).
- Kumar, V. and K. P. Singh.** 2001. Enriching vermicompost by nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Bioresource Technol.* 76: 173-175.
- Maboeta, M.S., van Rensburg, L.,** 2003. Vermicomposting of industrially produced woodchips and sewage sludge utilizing *Eisenia fetida*. *Ecotox. Environ. Saf.* 56, 265–27
- Komilis, D.P.,** ham, R.K. 2006. carbon dioxide and ammonia emissions during composting of mixed paper, yard waste and food waste management.
- Kothamasi, D., R. C. Kuhad and C.R. Babu.** 2001. arbuscular mycorrhizal in plant survival strategies. *Trop. Ecol.* 42(1): 1- 13

- Koopal, L.K.**, Saito, T., Pinheiro, J.P., Van Riemsdijk, W.H., 2005. Ionbinding to natural organic matter: general considerations and the NICA–Donnan model. *Colloid. Surf. A* 265, 40–54.
- Liu Z J, Cheng Y, Zhao C X, Zhang Y X, Li Y S , Chen L H, Hu Y N. 1999.** Experiment on the effect of tomato specialty fertilizer added with Zn, B and humic acid. *Hurnic Acid*, 2, 24-25. (in Chinese)
- Liu Q. A study** of enzymatic hydrolysis of starch in potato pulp. *J Food Sci* 2002;67:2113–3117.
- Luo, W., Lu, Y. L., Giesy, J. P., Wang, T. Y., Shi, Y. J., Wang, G. and Xing, Y.** 2007. Effects of land use on concentrations of metals in surface soils and ecological risk around Granting Reservoir, China. *Environmental Geochemistry and Health*. **29**(6) : 459–471.
- Leszczyn' ski, W.** (2002). The influence of fertilizer and pesticide use on potato quality. *Zeszyty Problem owe Poste,py Nauk Rolniczych*, 489, 47–64, in Polish.
- Lisinska G, LeszczynskiW.** Potato Science and Technology. London, UK: Elsevier Applied Science; 1989. p. 16–43 and 166–233.
- Loveys, B.R., Kriedemann, P.E.,** 1974. Internal control of stomatal physiology and photosynthesis. I. Stomatal regulation and associated changes in endogenous levels of abscisic and phaseic acid. *Aust. J. Plant Physiol.* 1, 407–415.
- McDonald, J.G.,** 1984. Viruses associated with mosaic symptoms in Russet Burbank potato. *Can. J. Plant Pathol.* 6, 224–226.
- Marschner, H.,** 1999. Root-induced changes in the availability of micronutrients in the rhizosphere. In: Waisel, Y., Eshel, A., Kafkafi, U. (Eds.), *Plant Roots—the Hidden Half*. Marcel Dekker, Inc., New York, New York, (Ch. 23) , pp. 505–528.
- Mckay, K., B. Schatz and G. Endres.** 2003 .Field Pea Production. North Dakota State University of Agriculture and Applied Science, and U. S. Department of Agriculture Cooperating.
- Marinara. S., masciandaro, g.ceccanti, B and Grgo,s.** 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. *Bioresource technology*. 72: pp, 9-17.
- Midmore, D. J.** 1990. Introduction: Intercropping of the potato in the tropics. *Field Crops Research*. 25: 1-2.
- Masciandaro, G.B., Ceccanti.** 1997. Soila agro-ecological Management: fert irrigation and vermicompost treatments. *Bioresource Technology*. 59(2-3): 199-206.
- Murray, P. J., R. Cook, A. F. Currie, L. A. Dawson, A. C. Gange, S. J. Grayston and A. M. Treonis.** 2006. Interactions between fertilizer addition, plants and the soil environment : Implications for soil faunal structure and diversity. *Applied Soil Ecology* 33: 199-207.

- Moreno MCM**, Cuadrado VF. Enzymatic hydrolysis of vegetable proteins: mechanism and kinetics. *Process Biochem* 1993;28:481–90.
- Mcrowell, L. E. E. 2002**. Recent advance in minerals and vitamins on nutrient of lacting cowes. *Pakistan Journal of Nutrition* 1: 8-19.
- Mendez, G.**, Sunchez, M., Paredes, O., Bello, L., 2006. Thermal and rheological properties of nixtamalized maize starch. *International Journal of Biological Macromolecules* 40, 59–63.
- Ndegwa, P.M.**, Thompson, S.A., 2001. Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosolids. *Bioresource Technology* 76, 107–112.
- Oehel, F.,E. sieverding, P. Mader, D. Dubois, K. ineichen, T. Boller and A. Wiemken.2004**. impact of long term conventional and organic farming on the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi. *Oecologia*. 138(4): 574- 583.
- Orozco F.H.** Cegarra J. Tru'illo L.M. Roi A. 1996.Vennicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia felida*: effect on C and N contents and the availability of nutrients. *Biology and Fertility of Soils* 22, 162-1 66.
- Padem,H., ocal,A.,and Alan,R1999**.Effect of humic acid added foliar fertilizer on seeding quality and nutrient content of egg plant and pepper. ISHS symposium on greenhouse management for Better yield quality in mild winter climates,3-5November 1997.Acta Horticulture.4,1.241-246.
- Pandey, A.**, Sharma, E., Palni, L.M.S., 2005. Influence of bacterial inoculation on maize in upland farming systems of the Sikkim Himalaya. *Soil Biology & Biochemistry* 30, 379–384.
- Roy, D. K. and B. P. Singh. 2006**. Effect of level and time of nitrogen application with and without vermicompost on yield, yield attributes and quality of malt barley (*Hordeum vulgare*). *Indian J. Agron.* 51: 40-42.
- Roy, S.K., Sharma, R.C.**, Trehan, S.P., 2001. Integrated nutrient management by using farmyard manure and fertilizers in potato–sunflower–paddy rice rotation in the Punjab. *J. Agric. Sci.* 137, 271–278.
- Rao MB**, Tanksale AM, Ghatge MS, Deshpande VV. Molecular and biotechnological aspects of microbial proteases. *Microbiol Mol Biol Rev* 1998;62:597–635.
- Singh, R.P., Valkonen, J.P.T.**, Gray, S.M., Boonham,N., Jones, R.A.C., Kerlan, C., Schubert, J., 2008. Discussion paper: the naming of *Potato virus Y* strains infecting potato. *Archives of Virology* 153, 1–13.
- Senesi, N.**, Miano, T.M., 1994. Humus substances in the global environment and implications on human health. Elsevier, Amsterdam.
- Serenella, N.**, pizzeghelloa, D., muscolob, A., & vianello, A.(2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil biology & biochemistry*, 34, 1527- 1536.

- Splitstoeser, w .e .** 1990. Vegetable growing handbook, principles and procedures for producing an abundance of quality vegetable. Ffourth edition.the AVI publishing company, inc .westpott, new York, U .S .A.
- Sainz, M. J.,** M. T. Taboada-Castro and A. Vilarino. 1998. Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. *Plant and Soil*. 205: 85-92.
- Shivaputra, S. S.,** C. P. Patil, G. S. K. Swamy and P. B. Patil. 2004. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza fungi and vermicompost on drought tolerance in papaya. *Mycorrhiza News*. 16: 12-13.
- Soltani , A.,** M.J.,Robertson ,B.,Torabi , M. Yousefi Daz, R.Sarparast,. 2006.Modeling seedling emergence in chickpea as in fluence by temperature and sowing depth *Agric.For.Meteorol*.138:156-167.
- Selim,AA.mosa, A.M.EL.Jhamry.**2009. faculty agriculture, mans. Uraunirersito Egypt.
- Shi-wei, Z.,** Fu-zhen, H., 1991. The nitrogen uptake efficiency from N labeled chemical fertilizer in the presence of earthworm manure. In: Veersh, G.K., Rajgopal, D., Viraktamath, C.A. (Eds.), *Advances in Management and Conservation of Soil Fauna*. Oxford and IBH publishing Co., New Delhi,Bombay, pp. 539–542.
- Toor, R. K.,** G. P. Savage and A. Heeb. 2006. Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. *J. Food Comp. Anal*. 19: 20-27.
- Toor, R. K.,** G. P. Savage and A. Heeb. 2006. Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. *J. Food Comp. Anal*. 19: 20-27.
- Tan; K.H.,** 2003. Humic matter in soil and the environment. Marcel deker, new York.
Taguchi, k. M. yoshida. K. Nakaseko and K. yoshida, 1970. Physio-ecological studies in Hokkaido university Potatoes .II. on the dry matter production *Memoirs of the faculty of Agriculture* .
- Turkmen, O.,** Dursun, A., Turan, M.,& Eric, C.(2004). Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato. *Acta Agriculture Scandinavia, soil and plant science*,54, 168 - 174
- Wani SP.** 2002. Improving the livelihoods: New partnerships for win-win solutions for natural resource management. Paper submitted in the 2nd International 11Agronomy Congress held at New Delhi, India during 26–30 November 2002.
- Wang, L.,**Wang, Q.J.,Wei, S.P., Shao,M.A., Li, Y., 2008. Soil desiccation for Loess soils on natural and regrown areas. *Forest Ecology and Management* 255, 2467–2477.
- Wanemi.** 2001 . improving the livelihoods: New partnerships for win-win solutions for natural Paper submitted in the 2nd International Agronomy Congress held at New Dehli, India during26- 30November 2002 .
- Wang, H. Y.** 2002. Assessment and prediction of overall environmental quality of Zhuzhou City, Hunan Province, China. *Journal of Environmental Management*. 66: 329–340.
- Whitty, E. N.,** and Chambliss, C. G. 2005. Fertilization of Field and Forage Crops.

Nevada State University Publication. 21pp.

Yildirim, E. 2007. foliar and soil fertilization of humic acid effect productivity and quality of tomato. *Acta Agriculturae Scandinavica B-soil and plant*, 57:182-186.

Yang, W.Z., Shao, M.A., 2000. *Soil Water of the Loess Plateau*. Science Press, Beijing, China

Zaller, J.G., 2006. Foliar spraying of vermicompost extracts: Effects on fruit quality and indications for late-blight suppresson of field-grown tomatoes. *Biol. Agric. Hortic.* 24, 165–180.

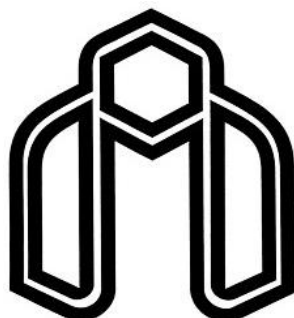
Zaller, J. G. 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *Sci. Horticulturae*. 112: 191-199.

Zheng, P., 1991. *The Application and Production of Peat Humic Acids*. Chemical Industry Press, Beijing.

Abstract

Few decades the use of chemical inputs in agricultural land, causing numerous environmental problems including pollution of water resources, crop quality and reduce soil fertility, poisoning humans, livestock and aquatics, beneficial insects and micro loss of soil . Sustainable agriculture, bio-fertilizers are used to eliminate or substantially reduce the use of chemical inputs, an optimal solution to overcome these problems is considered. Biological fertilizers containing preservatives with a dense population of beneficial organisms splashing or if one or more of these metabolic products are available, to improve soil fertility and supply the proper nutrients needed by plants in sustainable agriculture systems are used in a. In today's society, the daily volume of organic waste into the environment are huge. Burial or burning of this waste, in addition to environmental pollution, irreversible damage to the economy of each community will enter. Devising appropriate solutions to optimize the use of organic waste, they can re-enter the production cycle and their potential use. One of the most effective strategies for the reuse of agricultural waste into compost and vermicompost.. Therefore, a factorial experimental design as a randomized complete block with three replications Treatments consisted of four level of Humic acid zero (control), 700, 1400, 2100 ml per hectare, and the three vermicompost zero (control), 4 and 8 ton per ha, that the effects of these two substances on the number of tubers per plant, stem height, tuber dry weight, biological yield and tuber yield was significant statistically. Also sprayed with 700, 1400, 2100 ml Humic acid were increase 5.6, 11.8, 19.4 ton compared to control.

Keywords: humic acid, vermicompost, potato yields.



Shahrood University Of Technology

Faculty Of Agronomy Science

Thesis M.sc

Evaluate the effective interaction acid Humic and vermicompost on yield of
potatoes

Hossein Mirzai

Supervisors

Dr.M Gholipour

Dr.M Mamar Abadi

Advisors

Dr.H Abasdokht

Dr.N Farrokhi

september 2012