

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده کشاورزی
گروه زراعت
پایان نامه کارشناسی ارشد

تأثیر کاربرد اسید هیومیک و کمپوست بر صفات کمی و کیفی ذرت

امید تاریخ پسندمدبر

اساتید راهنما:

دکتر شاهرخ قرنجیک

دکتر محمدرضا عامریان

استاد مشاور:

دکتر حمید عباس دخت

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

آبان ۹۱



مدیریت تحصیلات تکمیلی
فرم شماره (۶)

بسمه تعالی

شماره: ۱۳۴۵
تاریخ: ۱۳۹۱/۹/۱۳
ویرایش:

فرم صورتجلسه دفاع از پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد آقای امید تاریخ پسند مدیر رشته زراعت تحت عنوان: "تاثیر کاربرد اسید هیومیک و کمپوست بر صفات کمی و کیفی ذرت" که در تاریخ ۱۳۹۱/۸/۲۹ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه: بسیار خوب امتیاز: ۱۸) ☐ دفاع مجدد ☐ مردود ☐

۲- بسیار خوب (۱۸/۹۹ - ۱۸)

۱- عالی (۲۰ - ۱۹)

۵- نمره کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول

۴- قابل قبول (۱۵/۹۹ - ۱۴)

۳- خوب (۱۷/۹۹ - ۱۶)

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- اساتید راهنما	محمدرضا عامریان شاهرخ قرنجیک	استادیار استادیار	
۲- استاد مشاور	حمید عباس دخت	دانشیار	
۳- نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	حسن مکاریان	استادیار	
۴- استاد ممتحن	احمد غلامی	دانشیار	
۵- استاد ممتحن	حمیدرضا اصغری	استادیار	

رئیس دانشکده:

تقديم به :

پدرم به استواری کوه

مادرم به زلالی چشمه

همسرم به صمیمیت باران

خواهرم به طراوت شبنم

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند. و سلام و دورد بر محمد و خاندان پاک او، طاهران معصوم، هم آنان که وجودمان وامدار وجودشان است؛ و نفرین پیوسته بر دشمنان ایشان تا روز رستاخیز...

بدون شک جایگاه و منزلت معلم، اجل از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه ی او، با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم. اما از آنجایی که تجلیل از معلم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تأمین می کند و سلامت امانت هایی را که به دستش سپرده اند، تضمین؛ بر حسب وظیفه و از باب "من لم یشکر المنعم من المخلوقین لم یشکر الله عز وجلّ":

از پدر و مادر عزیزم این دو معلم بزرگوaram که همواره بر کوتاهی و درشتی من، قلم عفو کشیده و کریمانه از کنار غفلت هایم گذشته اند و در تمام عرصه های زندگی یار و یآوری بی چشم داشت برای من بوده اند؛ از اساتید با کمالات و شایسته؛ جناب آقای دکتر محمد رضا عامریان و جناب آقای دکتر شاهرخ قرنجیک که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، از هیچ کمکی در این عرصه بر من دریغ نمودند و زحمت راهنمایی این رساله را بر عهده گرفتند؛ از استاد صبور و با تقوا، جناب آقای دکتر حمید عباس دخت که زحمت مشاوره این رساله را متقبل شدند؛ و از اساتید فرزانه و دلسوز؛ جناب آقای دکتر احمد غلامی و جناب آقای دکتر حمید رضا اصغری که زحمت داوری این رساله را متقبل شدند؛ کمال تشکر و قدردانی را دارم. باشد که این خردترین، بخشی از زحمات آنان را سپاس گوید.

امید تاریخ پسندمدبر

آبان ۱۳۹۱

تعهد نامه

اینجانب امید تاریخ پسندمدبر دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه تأثیر کاربرد اسید هیومیک و کمپوست بر صفات کمی و کیفی ذرت تحت راهنمایی جناب آقای دکتر محمد رضا عامریان و جناب آقای دکتر شاهرخ قرنجیک متعهد می شوم .

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

تاریخ

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

بروز مشکلات فراوان زیست محیطی و اقتصادی در دفع پسماندهای شهری و نیز کاهش روز افزون مواد آلی خاک های کشور، موجب تولید و همچنین کاربرد بیشتر فرآورده های کودی حاصل از پسماندهای شهری گردیده است. با استخراج مواد هوموسی موجود در کمپوست پسماندهای شهری و استفاده از آن در اراضی کشاورزی می توان سالانه میلیون ها تن بر تولیدات محصولات مختلف زراعی و باغی کشور افزود. یکی دیگر از کود های آلی، اسید هیومیک است. اسید هیومیک توان جذب سریع انواع عناصر معدنی را دارد. در نتیجه همانند یک مخزن، عناصر اضافی را جذب و بعد به تدریج آزاد می کند. بر این اساس این تحقیق به منظور بررسی تأثیر کاربرد اسید هیومیک و کمپوست بر صفات کمی و کیفی ذرت در سال زراعی ۹۰-۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود واقع در منطقه بسطام صورت گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. در این طرح اثر دو عامل اسید هیومیک در چهار سطح و کمپوست در سه سطح مورد بررسی قرار گرفت. صفات اندازه گیری شده شامل عملکرد دانه، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد ردیف بلال، وزن بلال، عملکرد بیولوژیک بودند. نتایج نشان داد که کاربرد کمپوست بر روی تمامی صفات به جز تعداد ردیف دانه بلال و شاخص برداشت تأثیر مثبت و معنی داری داشت به طوری که با افزایش مصرف کمپوست صفات اندازه گیری شده نیز افزایش یافت. همچنین مشاهده شد که تیمار اسید هیومیک نیز بر روی تمامی صفات اندازه گیری شده به جز وزن هزار دانه، تعداد ردیف دانه بلال و شاخص برداشت تأثیر مثبت و معنی داری داشت به طوری که بیشترین و کمترین مقدار صفات اندازه گیری شده به ترتیب با کاربرد ۲۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک در هکتار و عدم کاربرد این ماده حاصل شد.

واژه های کلیدی: ذرت، اسید هیومیک، کمپوست

فهرست مطالب

عنوان	فصل اول: مقدمه و کلیات	صفحه
۱-۱- مقدمه		۲
۲-۱- مبدأ و تاریخچه کشت ذرت		۴
۳-۱- گیاه شناسی ذرت		۴
۴-۱- خصوصیات زراعی و فیزیولوژیک ذرت		۶
۵-۱- اهمیت اقتصادی ذرت در زندگی بشر		۸
۶-۱- اسید هیومیک		۹
۷-۱- مواد هیومیک		۱۱
۱-۷-۱- بخش های عمده قابل شناسائی در اسید هیومیک		۱۱
۸-۱- ساختار شیمیایی اسید هیومیک		۱۱
۹-۱- جایگاه هیومیک اسید در دنیا		۱۲
۱۰-۱- دوام اثر زیاد کودهای هیومیکی در خاک		۱۳
۱۱-۱- کمپوست		۱۳
۱۲-۱- تعاریف دیگری از کمپوست		۱۵
۱۳-۱- دلایل غنی سازی کمپوست		۱۵
۱۴-۱- مزایای استفاده از کمپوست		۱۶

فصل دوم: بررسی منابع

۱-۲- عوامل محیطی مؤثر بر رشد و استقرار ذرت		۱۹
--	-------	----

- ۱۹-۱-۱-۲- درجه حرارت ۱۹
- ۱۹-۲-۱-۲- نور ۱۹
- ۱۹-۳-۱-۲- رطوبت ۱۹
- ۲۰-۴-۱-۲- باد ۲۰
- ۲۰-۲-۲- نیازهای کودی ذرت ۲۰
- ۲۰-۱-۲-۲- کودهای نیتروژنی ۲۰
- ۲۱-۲-۲-۲- کودهای فسفره ۲۱
- ۲۱-۳-۲-۲- کودهای پتاسه ۲۱
- ۲۲-۳-۲-۲- کشاورزی اورگانیک ۲۲
- ۲۳-۴-۲- مواد آلی و اثرات کاربرد آن در کشاورزی ۲۳
- ۲۴-۵-۲- تأثیر اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی گیاهان ۲۴
- ۲۴-۱-۵-۲- عملکرد و اجزای عملکرد ۲۴
- ۲۶-۲-۵-۲- افزایش وزن خشک و تر ساقه و ریشه ۲۶
- ۲۷-۳-۵-۲- افزایش رشد ریشه و ساقه ۲۷
- ۲۹-۴-۵-۲- افزایش سطح برگ و فاکتورهای رشدی ۲۹
- ۳۱-۶-۲- تأثیر اسید هیومیک بر خصوصیات فیزیولوژیک گیاهان ۳۱
- ۳۱-۱-۶-۲- میزان فتوسنتز ۳۱
- ۳۲-۲-۶-۲- محتوی کلروفیل ۳۲
- ۳۳-۳-۶-۲- ایجاد توازن در عناصر غذایی ۳۳
- ۳۵-۴-۶-۲- بهبود فعالیت آنزیم ها ۳۵

۳۶.....	۲-۶-۵- تعدیل pH
۳۶.....	۲-۶-۶- مقاومت گیاهان نسبت به خشکی با افزایش کارایی مصرف آب
۳۶.....	۲-۶-۷- حفظ رطوبت خاک
۳۷.....	۲-۷- تأثیر اسید هیومیک بر جمعیت میکروارگانیسم های خاک
۳۸.....	۲-۸- برخی دیگر از تأثیرات اسید هیومیک
۳۹.....	۲-۹- تأثیر کمپوست بر خصوصیات رشدی گیاهان
۳۹.....	۲-۹-۱- عملکرد و اجزای عملکرد
۳۹.....	۲-۹-۱-۱- وزن خشک
۴۰.....	۲-۹-۱-۲- وزن هزار دانه
۴۲.....	۲-۱۰- تأثیر کمپوست بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاهان
۴۲.....	۲-۱۰-۱- مقاومت گیاهان نسبت به خشکی با افزایش کارایی مصرف آب
۴۳.....	۲-۱۰-۲- تعدیل pH
۴۴.....	۲-۱۰-۳- ایجاد توازن در عناصر غذایی
۴۷.....	۲-۱۱- تأثیر کمپوست بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و حاصلخیزی خاک

فصل سوم: مواد و روش ها

۵۳.....	۳-۱- زمان و محل آزمایش
۵۳.....	۳-۲- موقعیت جغرافیایی شهرستان بسطام
۵۳.....	۳-۳- شرایط آب و هوایی محل اجرای آزمایش
۵۳.....	۳-۴- عملیات اجرایی
۵۳.....	۳-۴-۱- نوع و قالب طرح آزمایشی

۵۴	۲-۴-۳- مشخصات کرت ها
۵۴	۳-۴-۳- عملیات آماده سازی زمین و اعمال تیمارها
۵۷	۴-۴-۳- کاشت بذر ذرت
۵۷	۵-۴-۳- عملیات داشت
۵۷	۶-۴-۳- نمونه برداری و اندازه گیری ها
۵۸	۷-۴-۳- برداشت نهایی
۵۸	۵-۳- برآورد شاخص های فیزیولوژی رشد
۶۰	۶-۳- تجزیه آماری داده ها

فصل چهارم: نتایج و بحث

۶۲	۱-۴- نتایج حاصل از تجزیه واریانس
۶۲	۱-۱-۴- عملکرد دانه
۶۵	۲-۱-۴- ارتفاع بوته
۶۸	۳-۱-۴- وزن صد دانه
۷۰	۴-۱-۴- تعداد دانه در ردیف بلال
۷۲	۵-۱-۴- تعداد ردیف دانه بلال
۷۳	۶-۱-۴- تعداد دانه در بلال
۷۶	۷-۱-۴- وزن بلال
۷۸	۸-۱-۴- طول بلال
۸۰	۹-۱-۴- وزن خشک چوب بلال
۸۲	۱۰-۱-۴- قطر چوب بلال

۸۴	 عملکرد بیولوژیک
۸۷	 شاخص برداشت
۸۸	 شاخص های رشد ذرت
۸۸	 تجمع ماده خشک (TDM)
۹۱	 شاخص سطح برگ (LAI)
۹۴	 سرعت رشد نسبی (RGR)
۹۶	 سرعت رشد محصول (CGR)
۹۸	 سرعت اسیمیلایون خالص (NAR)
۱۰۱	 جمع بندی نتایج
۱۰۱	 توصیه ها و پیشنهادات
۱۰۳	 منابع و مأخذ

فهرست جداول

- جدول ۱-۳ تجزیه آنالیز کود کمپوست ۵۶
- جدول ۲-۳ تجزیه آنالیز کود اسید هیومیک ۵۶
- جدول ۱-۴ تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر عملکرد دانه ۶۴
- جدول ۲-۴ تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر ارتفاع بوته ۶۷
- جدول ۳-۴ تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر وزن هزار دانه ۶۹
- جدول ۴-۴ تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر تعداد دانه در ردیف بلال ۷۱
- جدول ۵-۴ تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر تعداد ردیف دانه بلال ۷۳
- جدول ۶-۴ تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر تعداد دانه در بلال ۷۴
- جدول ۷-۴ تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر وزن بلال ۷۷
- جدول ۸-۴ تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر طول بلال ۷۹
- جدول ۹-۴ تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر وزن خشک چوب بلال ۸۱
- جدول ۱۰-۴ تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر قطر چوب بلال ۸۳
- جدول ۱۱-۴ تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر عملکرد بیولوژیک ۸۶
- جدول ۱۲-۴ تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر شاخص برداشت ۸۸

فهرست اشکال

- شکل ۱-۳ نقشه کشت ۵۴
- شکل ۱-۴ نمودار مقایسه میانگین عملکرد دانه در سطوح مختلف کمپوست ۶۴

- شکل ۴-۲ نمودار مقایسه میانگین عملکرد دانه در سطوح مختلف اسید هیومیک ۶۵
- شکل ۴-۳ نمودار مقایسه میانگین ارتفاع بوته در سطوح مختلف کمپوست ۶۷
- شکل ۴-۴ نمودار مقایسه میانگین ارتفاع بوته در سطوح مختلف اسید هیومیک ۶۸
- شکل ۴-۵ نمودار مقایسه میانگین وزن هزار دانه در سطوح مختلف کمپوست ۶۹
- شکل ۴-۶ نمودار مقایسه میانگین تعداد دانه در ردیف بلال در سطوح مختلف کمپوست ۷۱
- شکل ۴-۷ نمودار مقایسه میانگین تعداد دانه در ردیف بلال در سطوح مختلف اسید هیومیک ۷۲
- شکل ۴-۸ نمودار مقایسه میانگین تعداد دانه در بلال در سطوح مختلف کمپوست ۷۵
- شکل ۴-۹ نمودار مقایسه میانگین تعداد دانه در بلال در سطوح مختلف اسید هیومیک ۷۵
- شکل ۴-۱۰ نمودار مقایسه میانگین وزن بلال در سطوح مختلف کمپوست ۷۷
- شکل ۴-۱۱ نمودار مقایسه میانگین وزن بلال در سطوح مختلف اسید هیومیک ۷۸
- شکل ۴-۱۲ نمودار مقایسه میانگین طول بلال در سطوح مختلف کمپوست ۷۹
- شکل ۴-۱۳ نمودار مقایسه میانگین طول بلال در سطوح مختلف اسید هیومیک ۸۰
- شکل ۴-۱۴ نمودار مقایسه میانگین وزن خشک چوب بلال در سطوح مختلف کمپوست ۸۱
- شکل ۴-۱۵ نمودار مقایسه میانگین وزن خشک چوب بلال در سطوح مختلف اسید هیومیک ۸۲
- شکل ۴-۱۶ نمودار مقایسه میانگین قطر چوب بلال در سطوح مختلف کمپوست ۸۳
- شکل ۴-۱۷ نمودار مقایسه میانگین قطر چوب بلال در سطوح مختلف اسید هیومیک ۸۴
- شکل ۴-۱۸ نمودار مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف کمپوست ۸۶

شکل ۴-۱۹ نمودار مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف اسید هیومیک۸۷

شکل ۴-۲۰ تأثیر سطوح کمپوست بر روند تغییرات وزن خشک بوته در طول دوره رشد۹۰

شکل ۴-۲۱ تأثیر سطوح اسید هیومیک بر روند تغییرات وزن خشک بوته در طول دوره رشد۹۱

شکل ۴-۲۲ تأثیر سطوح کمپوست بر روند تغییرات شاخص سطح برگ در طول دوره رشد۹۳

شکل ۴-۲۳ تأثیر سطوح اسید هیومیک بر روند تغییرات شاخص سطح برگ در طول دوره رشد۹۳

شکل ۴-۲۴ تأثیر سطوح کمپوست بر روند تغییرات سرعت رشد نسبی در طول دوره رشد۹۵

شکل ۴-۲۵ تأثیر سطوح اسید هیومیک بر روند تغییرات سرعت رشد نسبی در طول دوره رشد۹۵

شکل ۴-۲۶ تأثیر سطوح کمپوست بر روند تغییرات سرعت رشد محصول در طول دوره رشد۹۷

شکل ۴-۲۷ تأثیر سطوح اسید هیومیک بر روند تغییرات سرعت رشد محصول در طول دوره رشد۹۸

شکل ۴-۲۸ تأثیر سطوح کمپوست بر روند تغییرات سرعت اسیمیلاسیون خالص در طول دوره رشد...۱۰۰

شکل ۴-۲۹ تأثیر سطوح اسید هیومیک بر روند تغییرات سرعت اسیمیلاسیون خالص در طول دوره...۱۰۰

فصل اول

مقدمه

و

کلیات

۱-۱- مقدمه:

امروزه استفاده نادرست از منابع طبیعی و مصرف بی رویه مواد مصنوعی ساخت بشر مانند انواع کودهای شیمیایی به منظور تولید و برداشت هر چه بیشتر از واحدهای کشاورزی و زمین های موجود، به عنوان مشکل اساسی تخریب محیط زیست و از بین رفتن تعادل بیولوژیکی شناخته شده است. مصرف بی رویه کودهای شیمیایی و استفاده از کشت های متراکم سرعت تجزیه مواد آلی خاک را تسریع نموده، بطوری که حاصل آن سفت شدن زمین های زراعی، کاهش نگهداری رطوبت و نفوذپذیری در خاک و افت حاصلخیزی خاک می باشد (لطیفی و همکاران، ۱۹۹۸). استفاده از سموم و کودهای شیمیایی در مزارع، علیرغم بازدهی اولیه خوبی که دارند، عملاً در دراز مدت اثرات سوئی بر جا می گذارند. به دلیل علاقه زارعین به مصرف کودهای شیمیایی، استعمال کودهای آلی که جهت بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی خاک الزامی می باشد، در اکثر موارد به فراموشی سپرده شده است. تداوم این روند با افزایش بی رویه کودهای شیمیایی همراه بوده و باعث تخریب هر چه بیشتر ساختمان خاک، کاهش شدید در مقدار مواد آلی به دلیل نسبت C/N پایین و نهایتاً افزایش وزن مخصوص خاک های زراعی را سبب می شود و مشکل بعدی که خواه ناخواه مطرح می گردد، عدم رعایت تناسب عناصر غذایی در خاک و نتیجتاً اثرات سوء آن در گیاهان زراعی است (وانگ و همکاران، ۱۹۹۵). تخریب، کاهش قدرت باروری و بهم خوردن تعادل زیستی خاک نمونه های بارز آلودگی محیط زیست محسوب می شود. کاربرد منابع و نهاده های تجدید پذیر، یکی از اصول کشاورزی پایدار است که موجب حداکثر بهره وری زراعی و کمترین خطرات زیست محیطی می شود. افزایش عملکرد و کاهش مخاطرات، نیازمند به کارگیری راهکارهای نوین زراعی است که از این میان می توان به استفاده از کودهای بیولوژیک اشاره کرد. امروزه به دلیل افزایش اهمیت مسائل زیست محیطی توجه بیشتری به کودهای زیستی برای جایگزینی کودهای شیمیایی شده است (پیرانوشه و همکاران، ۱۳۸۹). اضافه نمودن مواد آلی به خاک از جمله اسید هیومیک سبب افزایش قابلیت نگهداری و نفوذ پذیری آب و ایجاد تهویه مناسب می شود و سله بستن خاک و وزن مخصوص ظاهری

آن را کاهش می دهد به علاوه اینکه میزان مواد غذایی، قابلیت تبادل کاتیونی و قابلیت کشت را بهبود می بخشد (لمپکین، ۱۹۹۰). یک خاک حاصلخیز بایستی حداقل دارای بیش از دو درصد کربن آلی باشد. مواد آلی با تأمین انرژی مورد نیاز میکروارگانیسم ها نقش مهمی در چرخه عناصر غذایی خاک دارند، از طرف دیگر مواد آلی به لحاظ ساختمان خاص خود دارای قدرت کمپلکس کنندگی عناصر غذایی می باشند، بطوری که قابلیت جذب عناصر غذایی را برای گیاه افزایش می دهند (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). ترکیبات هوموسی مواد آلی، دارای دو نوع اسید آلی مهم به نام های اسید هیومیک و اسید فولویک که هر دو جزء هومین هستند می باشند که از منابع مختلف نظیر خاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، زغال سنگ و ... استخراج می شوند و در اندازه مولکولی و ساختار شیمیایی متفاوت هستند (سباهاتین و نکدت، ۲۰۰۵). ترکیبات هوموسی موجود در ماده آلی با دارا بودن مواد محرک رشد، سبب رشد بهتر گیاه و افزایش عملکرد آن می گردند. مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند (سماوات و ملکوتی، ۱۳۸۴). با توجه به اینکه ایران در کمربند خشک کره زمین واقع شده و میزان درصد کربن آلی در اکثر اراضی کشاورزی کمتر از یک درصد می باشد، لذا با مصرف مواد آلی می توان پتانسیل تولید اراضی کشاورزی را به طور چشمگیری افزایش داد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). کمپوست یک روند تدریجی در طبیعت است که به وسیله آن مواد آلی با حضور هوا توسط میکروارگانیسم ها و قارچ ها تجزیه می شوند و حاصل آن کود با ارزشی است که می تواند در جاهای مختلف و حتی در باغچه های خانگی مورد استفاده قرار گیرد. با استفاده از کمپوست، خاک ترد و منافذ عبوری هوای بسیاری در آن ایجاد می شود و سبب می گردد که اکسیژن به راحتی توسط ریشه گیاه جذب شده و نفوذپذیری خاک افزایش می یابد. کمپوست دارای قابلیت نگهداری آب زیاد بوده و با ممانعت کردن از خشک شدگی خاک، نیاز آبی گیاه را کاهش داده و خاک اطراف ریشه گیاه را همواره مرطوب نگاه می دارد. استفاده از کمپوست میزان مواد آلی خاک را افزایش داده و تبادلات

اکسیژن، آب و مواد مغذی مورد استفاده ریشه گیاه را ارتقاء می بخشد. همچنین تبادلات کاتیون های خاک را افزایش داده و میزان ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را بهبود می بخشد که در نهایت در اختیار ریشه گیاهان قرار می دهد و افزایش عناصر "ماکرو" و "میکرو" درون خاک را باعث می گردد.

۱-۲- مبدأ و تاریخچه کشت ذرت:

ذرت گیاهی است که تاریخ دقیق پیدایش و کشت و کار آن دقیقاً مشخص نیست و اظهار نظرهای متعددی در مورد منشأ آن ابراز شده و به احتمال زیاد مبدأ آن را مکزیک و آمریکای مرکزی و همچنین کشورهای آمریکای جنوبی مانند پرو، بولیوی و اکوادور دانسته اند (نور محمدی و همکاران، ۱۳۸۰). طبق نتایج کاوش های به عمل آمده مشخص شده است که حدود ۳۰۰۰ سال قبل از میلاد این گیاه در پرو وجود داشته است، همچنین مشخص گردیده که نوع وحشی آن به نام آندن (Anden) یا ذرت مکزیکی حدود ۵۶۰۰ سال پیش در این کشور کشت می شده است (پور صالح، ۱۳۷۳). تا قبل از سال ۱۴۹۳ میلادی (سال کشف آمریکا) ذرت در اروپا، آفریقا و آسیا ناشناخته بود. کریستف کلمب و سایر کاشفان در اولین مسافرت تاریخی خود به آمریکا ذرت را در حوالی کوبا مشاهده کرده و آن را رایج ترین گیاه قاره یافتند. آن ها انواعی از ذرت را مشاهده کردند که به وسیله قبیله سرخ بوستان ماهیز (Mahis) کشت می شده و از دانه های آن تغذیه می کردند. نام این گیاه در حقیقت از نام همین قبیله اقتباس شده است. ذرت بعد از سفر دوم کریستف کلمب (سال ۱۴۹۴) از کوبا به اروپا و آفریقای شمالی برده شده و در اواخر قرن شانزدهم وارد آسیا گردید (کاظمی اربط، ۱۳۷۴). حدود ۴۵ درصد ذرت دنیا در ایالات متحده آمریکا کشت می شود. سایر کشورهای تولید کننده ذرت چین، برزیل، مکزیک، رومانی، آرژانتین، آفریقای جنوبی و هند می باشند.

۱-۳- گیاه شناسی ذرت:

ذرت گیاهی متعلق به تیره غلات Poaceae، جنس *Zea*، گونه *mays* و با نام علمی *Zea mays* L. می باشد که تاکنون ۵۰۷ گونه آن شناخته شده است. ذرت از لحاظ فتوسنتزی گیاهی چهار کربنه و

از گیاهان گرمسیری و روز کوتاه می باشد که عملکرد آن در مناطق معتدله بیشتر است (پورصالح، ۱۳۷۳). گونه های مختلف ذرت در بیشتر نقاط دنیا قابل کشت و بهره برداری است، اما منشأ آن قاره آمریکا می باشد و هنوز هم این قاره مقام اول تولید و مصرف آن را دارا است. جنین در موقع جوانه زدن فقط تولید یک ریشه می کند که بسیار سریع رشد کرده و انشعاباتی تولید نموده و در عمق خاک نفوذ می کند. ریشه های نابجا همراه با ریشه های جنینی (اولیه)، سیستم ریشه ای اولیه را در ذرت به وجود می آورند که تأمین کننده آب و مواد غذایی برای ذرت در ۳-۲ هفته اول می باشند. چند روز بعد از رویش، گیاه در داخل خاک (در عمق بسیار کم) اولین گره ساقه را بوجود می آورد. فاصله میان بذر و اولین گره را مزوکوتیل (Mesocotyl) می نامند و طول آن بسته به عمق کاشت متغیر است (از مزوکوتیل حدود ۷-۳ ریشه نابجا خارج می گردد). تعداد گره های زیر زمینی بستگی به واریته یا هیبرید دارد و تعداد آن ها بین ۱۰-۶ عدد می باشد. هر گره زیر زمینی ساقه می تواند ۱۶-۴ ریشه دائمی یا ریشه های تاجی (Coronal Roots) را بوجود آورد. سیستم ریشه ای ذرت همانند سایر غلات افشان است ولی توسعه خیلی زیادی یافته است. این ریشه ها نقش اصلی در جذب آب و مواد غذایی در ذرت را دارند. رشد جانبی ریشه های دائمی ذرت تا ۱۲۰ سانتی متر و در عمق ۵/۲ متری است، ولی قسمت اعظم ریشه های دائمی (ثانویه) تا عمق ۳۰ سانتی متری دیده می شوند. ذرت دارای یک ساقه استوانه ای که در مقطع عرضی بیضوی است. ارتفاع ساقه بسیار متغیر و بسته به شرایط اقلیمی ۳۰ تا ۹۰ سانتیمتر، ولی به طور معمول ۳-۱/۵ متر طول دارد (تولنار و ادویر، ۱۹۹۹). ارقام کوتاه نسبت به ارقام بلند تراکم بیشتری را می پذیرد و در نتیجه عملکرد آن ها افزایش خواهد یافت، همچنین تراکم یکی از عوامل اصلی افزایش تولید می باشد. چنانچه تراکم بوته کم باشد تشکیل بلال های دوم و سوم بیشتر می شود. اکثر ارقام ذرت بر خلاف سایر غلات ایجاد پنجه نمی کنند و فقط در برخی از مواقع ممکن است از گره های تحتانی تعداد کمی پنجه بوجود آید. این پنجه ها تولید سنبله نمی کنند و با وجود این که ریشه های مستقل بوجود می آورند ولی متصل به سیستم آوندی ساقه اصلی باقی می ماند. در هر گره ساقه یک برگ قرار دارد و گره ها همانند سایر غلات به طور متناوب در دو طرف

طول ساقه قرار می‌گیرند. برگ‌ها از غلاف و پهنک تشکیل یافته‌اند. طول برگ‌ها ۸۰-۵۰ سانتی متر و عرض آن‌ها ۱۲-۴ سانتی متر است (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶). رگبرگ‌ها موازی بوده و رگبرگ میانی توسعه بسیار زیادی یافته و برجسته است. لیگول برگ ذرت به طول ۵-۳ میلی متر می‌باشد. سطح زیرین پهنک برگ صاف و روی آن پرزدار است. در اپیدرم سطح بالایی پهنک برگ، تعداد بسیار زیادی سلول‌های پیازی شکل دیده می‌شود که در هوای گرم این سلول‌ها آب خود را از دست می‌دهند و پهنک برگ به طرف داخل خود پیچ می‌خورد و به همین دلیل سطح تعرق به وسیله برگ‌ها به مقدار خیلی زیادی کاهش می‌یابد و مقاومت گیاه نسبت به تشنگی افزایش می‌یابد. هنگامی که رطوبت دوباره به اندازه کافی در دسترس گیاه قرار گیرد برگ‌ها به حالت اولیه خود بر می‌گردند. تعداد برگ‌ها از خصوصیات تقریباً ثابت هر هیبرید می‌باشد و بین ۸-۶ عدد در ارقام خیلی زودرس و تا حدود ۴۸ عدد در ارقام خیلی دیررس می‌باشد. تعداد برگ‌ها تحت تأثیر شرایط محیطی مانند گرما و رطوبت قرار نمی‌گیرد، در صورتی که طول مرحله زندگی گیاه تحت گرما تغییر و با افزایش گرما، طول دوره رشد کاهش می‌یابد ولی تعداد برگ‌ها ثابت باقی می‌ماند. بین تعداد برگ‌ها در ساقه اصلی و طول دوره رشد گیاه رابطه مثبتی بدین صورت وجود دارد که تعداد برگ‌ها در هیبریدهای دیررس بیش‌تر از هیبریدهای زودرس می‌باشد (تولنار و ادویر، ۱۹۹۹).

۱-۴- خصوصیات زراعی و فیزیولوژیک ذرت:

در کشت گیاه ذرت فاصله گیاه روی پشته ۱۵ تا ۲۰ سانتی متر و فاصله پشته‌ها از یکدیگر ۵۰ تا ۶۰ سانتی متر است، در شرایط محیطی مشابه در فواصل کمتر معمولاً عملکرد بیشتر است (کازمپی اربط، ۱۳۷۴). عمق کاشت ذرت از سایر غلات بیشتر است و بین ۳ تا ۷ سانتی متر متفاوت است. اگر عمق کاشت بذریه زیاد باشد، محور میان لپه که از رشد طولی میانگروه اول حاصل می‌شود، عمق زیاد کاشت بذر را جبران می‌نماید. مواد ذخیره شده در آندوسپرم بذر، رشد گیاهچه را تا مرحله چهار برگی حمایت می‌کند. از این مرحله به بعد است که ذرت از حالت هتروتروف به حالت اتوتروف در می‌آید

(تولنار و ادویر، ۱۹۹۹). ذرت را می توان به صورت ردیفی یکنواخت یا کپه ای کشت کرد. میزان عملکرد در ردیفی یکنواخت به مراتب بیشتر است (کوچکی، ۱۳۸۳). تراکم پذیری هیبرید های جدید ذرت بیشتر از هیبرید های قدیمی است. طول دوره سبز ماندن برگ ها در شرایط تراکم بوته زیاد، رطوبت کم و کمبود نیتروژن کاهش می یابد (تولنار و ادویر، ۱۹۹۹). در هیبرید های زودرس ذرت که تعداد برگ در هر بوته کمتر است، تراکم کاشت بذر را زیادتر در نظر می گیرند (فائو، ۲۰۰۰). میزان آب مورد نیاز ذرت در طول دوره رشد به آب و هوای منطقه، نوع رقم و فصل رشد بستگی دارد و از ۶۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ متر مکعب در ارقام زودرس تا دیررس می تواند متفاوت باشد. در کل کارایی مصرف آب در این گیاه به دلیل اینکه جزء گیاهان چهار کربنه می باشد از غلات سه کربنه ای هم چون گندم، جو، برنج و یولاف بیشتر است و عملکرد دانه آن در واحد سطح بیش از ۲/۵ برابر گندم است (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶). حساس ترین مرحله رشد ذرت نسبت به کمبود آب در مرحله گلدهی، گرده افشانی و تلقیح می باشد (خاوری خراسانی و همکاران، ۱۳۸۹). در بین گیاهان زراعی چهار کربنه ذرت بالاترین حساسیت را به تنش های محیطی دارد. ذرت به آب فراوان نیاز داشته و نسبت به شوری حساس است و شوری های بالاتر از ۱/۷ دسی زیمنس بر متر باعث کاهش رشد می شوند. ذرت نسبت به شرایط غرقاب نیز بسیار حساس است و خاک مزرعه ذرت باید از زهکشی مناسبی برخوردار باشد (فائو، ۲۰۰۰). بطور معمول گلدهی گیاه ذرت با هوای گرم مواجه می شود و احتمال خطر وقوع تنش خشکی وجود دارد. برخی از بررسی ها نشان می دهند که اگر میانگین دما در طول فصل رشد بین ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی گراد باشد، عملکرد دانه ذرت بهینه خواهد بود (فائو، ۲۰۰۰). میزان بذر مورد نیاز جهت کاشت ۲۰ تا ۳۰ کیلوگرم در هکتار می باشد. یعنی با کاشت میزان اندکی بذر در هکتار عملکرد دانه بسیار زیادی برداشت می شود. بخش عمده وزن دانه های ذرت در جریان پر شدن دانه ها از فتوسنتز برگ های بالای بلال تأمین می شود. برگ های زیر بلال عمدتاً وظیفه تأمین هیدرات کربن مورد نیاز بخش های پائینی ساقه و ریشه ها را بر عهده دارند. ارقام ذرت دارای سه تیپ رشد زودرس، متوسط رس و دیررس می باشند که بسته به طول فصل رشد ذرت

در منطقه مورد نظر می توان از انواع مختلف هیبرید های ذرت که دارای دوره رسیدگی متفاوت بین ۹۰ تا ۱۴۰ روز می باشند، استفاده کرد (خاوری خراسانی و همکاران، ۱۳۸۹). واریته های زودرس اصولاً پاکوتاه هستند، تعداد برگ هایشان محدود و مرحله زایشی را زودتر از واریته های دیررس آغاز می کنند (کاظمی اربط، ۱۳۷۴). هیبرید های متوسط رس و دیررس به دلیل داشتن تعداد زیاد گره های زیر زمینی نسبت به ارقام زودرس دارای سیستم ریشه ای قوی و توسعه یافته تری هستند. بنابراین قدرت بیشتری در جذب آب و عناصر غذایی از خاک را دارند. سیستم ریشه ای ذرت همانند سایر غلات افشان بوده ولی توسعه بیشتری یافته است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰). استعداد ارقام گوناگون ذرت در تولید پنجه یکسان نیست و امروزه تمایل به کاشت ذرت هایی است که پنجه تولید نمی کنند (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶).

۱-۵- اهمیت اقتصادی ذرت در زندگی بشر:

در جهان امروز، ذرت به دلیل اهمیت فوق العاده زیادی که در تأمین غذای دام ها، پرندگان و مصارف دارویی و صنعتی دارد، نسبت به افزایش سطح زیر کشت و همچنین بهبود تکنیک زراعت آن اقدامات اساسی به عمل آمده و در بیشتر کشورهای جهان که دارای شرایط آب و هوایی مناسب برای رشد این گیاه می باشند، محصول قابل توجهی تولید می نماید (خدابنده، ۱۳۷۷). تا چند سال پیش ذرت در ایران از غلات فرعی به حساب می آمد و آن را فقط به منظور استفاده بلال در حاشیه زراعت های صیفی و جالیز و در کنار پشته می کاشتند. در حال حاضر مهمترین مناطق کشت ذرت در استان های مازندران، خوزستان، اطراف تهران، گرگان و مغان می باشد. با توجه به افزایش روز افزون نیاز کشور به ذرت برای تأمین علوفه دام و تغذیه طیور، همچنین فرآورده های صنعتی، توسعه زراعت و تولید آن مورد توجه و استقبال دست اندرکاران و تولیدکنندگان محصولات زراعی قرار گرفته و در حال حاضر دستیابی به خودکفایی ذرت هدف طرح محوری ذرت است. ذرت ماده اولیه تعداد زیادی از صنایع به شمار می رود، به طوری که در حال حاضر بیش از ۵۰۰ فرآورده صنعتی از آن تولید می شود

(وینسر و بالدوین، ۲۰۰۴). با توجه به شرایط آب و هوایی مناسب کشور ما برای تولید ذرت، می توان در اکثر مناطق کشور نسبت به کاشت این گیاه اقدام نمود.

۱-۶- اسید هیومیک:

زمانی تصور می‌رفت که هر موجود زنده‌ای پس از مرگ بطور کامل به عناصر تشکیل دهنده‌اش تجزیه شده، به طبیعت باز می‌گردد. گرچه این مطلب تا حدود زیادی درست است، اما از چند دهه قبل دانشمندان متوجه شدند که تجزیه بافت‌های مرده همیشه بطور کامل انجام نمی‌شود. لاقلاً در مورد موارد خاص و در شرایط ویژه‌ای میکروارگانیسم‌های تجزیه کننده مواد آلی، پلیمرهای ویژه‌ای را می‌سازند که به تشکیل نفت، زغال‌سنگ و یا مواد هیومیکی (Humic Substance) منجر می‌شود. هیومیک اسید یک ترکیب پلیمری طبیعی آلی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به وجود می‌آید که می‌تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود (آیکن و همکاران، ۱۹۸۵). هیومیک اسید، یک ماده آلی معدنی کاملاً طبیعی است که از تجزیه نهایی مواد اورگانیک در خاک توسط قارچ‌های میکروسکوپی بدست می‌آید که می‌تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود (مکارتی، ۲۰۰۱). در واقع این ماده عصاره هوموس است که هوموس خود عصاره کمپوست محسوب می‌شود. هوموس ماده ایست با رنگ قهوه ای تا سیاه که وزن مولکولی نسبتاً زیادی دارد و از طریق سنتز ثانویه تشکیل می‌گردد (لکزیان و میلانی، ۱۳۸۴). به همین دلیل در همه خاک‌های کشاورزی کم و بیش وجود دارد. میزان آن به مقدار ماده آلی موجود در خاک مرتبط است. به تقریب از یکصد کیلو گرم برگ خشک، پس از چند سال حدود یک کیلوگرم هیومیک اسید حاصل می‌شود. مقدار ماده آلی ایده آل در خاک کشاورزی حدود ۶ درصد است. طبیعی است که مناطق مرطوب و پر باران مقدار بیشتر و سرزمین‌های خشک و کویری میزان کمتری ماده آلی داشته باشند. متأسفانه میزان ماده آلی در کشور ما، به جز نوار ساحلی شمال در اکثر نقاط زیر یک درصد است و حتی گاهی کمتر از یکدهم درصد است. مواد هیومیکی در واقع طیف وسیعی از ترکیبات آلی - معدنی گوناگون نظیر اسیدهای آمینه، پپتیدها، فنول‌ها، آلدئیدها و

اسیدهای نوکلئیک در پیوند با انواع کاتیون ها می باشند و مجموعاً ترکیب بسیار پیچیده و شگفت انگیزی را ساخته اند که می تواند میلیون ها سال در طبیعت دوام بیاورد. هیومیک اسید از همه موجودات زنده و بخصوص گیاهان در مقابل انواع استرس های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی حمایت می کند. اسید هیومیک با وزن مولکولی ۳۰۰۰۰ - ۳۰۰۰۰۰ دالتون و اسید فولویک هم با وزن مولکولی کمتر از ۳۰۰۰۰ دالتون به ترتیب سبب تشکیل کمپلکس های پایدار و نامحلول و کمپلکس های محلول با عناصر میکرو می گردند (لیو و کوپر، ۲۰۰۰). اسید هیومیک توانایی ایجاد کمپلکس های پایدار با یون های فلزی هستند (دیوید و همکاران، ۱۹۹۴). اسید هیومیک دارای درصد کربن بیشتری نسبت به اسید فولویک می باشد ولی اسیدهای فولویک اکسیژن بیشتری دارند. میزان گروه های کربوکسیل اسید فولویک بیشتر از اسید هیومیک است (سماوات و ملکوتی، ۲۰۰۵). از مزایای مهم اسید هیومیک می توان به کلات کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و سایر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی اشاره کرد که سبب افزایش طول و وزن ریشه و آغاز رشد ریشه های جانبی می شود (آیکن و همکاران، ۱۹۸۵، ناردی و همکاران، ۲۰۰۲). اسید هیومیک باعث تشکیل کمپلکس های پایدار و نامحلول با عناصر میکرو می گردند و باعث کلات کردن عناصر ضروری شده باعث افزایش جذب عناصر و باروری خاک شده و تولید در گیاهان را افزایش می دهد. این ماده می تواند به عنوان تنظیم کننده رشد برای تنظیم سطح هورمون ها و بهبود رشد گیاهان مورد استفاده قرار گیرد (ناردی و همکاران، ۲۰۰۲). استفاده از اسید هیومیک باعث رشد اندام هوایی می شود که دلیل آن افزایش جذب عناصری نظیر نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس است (واگان، ۱۹۸۵). چنانچه اسید هیومیک به صورت اسپری برگي مورد استفاده قرار بگیرد، از طریق جذب برگي عناصر ریز مغذی را به گیاه عرضه می کند و یا از طریق فعالیت های شبه هورمونی راندمان جذب عناصر را افزایش می دهد (یلدریم و همکاران، ۲۰۰۷).

۱-۷- مواد هیومیک:

عبارتند از برخی ترکیبات موجود در ساختار بعضی از خاک ها که به آن خاک غنا و برکت می دهند، این مواد در اثر یک سری واکنش های معدنی شدن تدریجی به وجود می آیند و مواد هیومیک در اصل به عنوان ۹۰٪ - ۸۵٪ ساختار آلی خاک های با قدرت زراعی بالا را تشکیل می دهند. مواد هیومیکی نام خود را از هوموس گرفته اند. از آنجا که این ماده pH اسیدی ضعیف (۸/۳ تا ۵) دارد و مشتق از هوموس می باشد به نام هیومیک اسید هم شناخته می شود. اما حقیقتاً هیچ شباهتی به اسیدهای شناخته شده چه معدنی و چه آلی ندارد. این مواد در اثر فعل و انفعالات صورت گرفته بر روی باقی مانده بدن حیوانات و یا گیاهان متلاشی شده در خاک تشکیل می شوند. خود مواد هیومیک با توجه به نوع ساختار و نیز ترکیب مواد مختلف در ساختمان آن ها به انواع مختلف تقسیم بندی می شوند. مواد هیومیک در داخل محلول های اسیدی و قلیایی به صورت متفاوت حل می شوند.

۱-۷-۱- بخش های عمده قابل شناسائی در اسید هیومیک:

۱- هیومیک اسید در مواد قلیایی محلول و در آب و اسید نامحلول است.

۲- فولویک اسید در آب، قلیا و اسید محلول می باشد.

۳- هیومین در قلیا، اسید و آب نامحلول است.

۱-۸- ساختار شیمیایی اسید هیومیک:

زنجیره درازی است که از کربن، هیدروژن، اکسیژن و تشکیل شده است (کروفورد، ۱۹۶۸). اسید هیومیک شامل، ۵۷-۵۱ درصد کربن آلی، ۶-۴ درصد نیتروژن، ۱-۲٪ درصد فسفر می باشد، که در افزایش عملکرد گیاهان زراعی مؤثر است. هیومیک اسید همانند یک اسید در واکنش ها شرکت نمی کند و ساختار بلورین ندارد. مولکول های تشکیل دهنده آن در آب یونیزه نمی شود و میزان شوری آن اندک است. اگر بتوان میزان شوری آن را اندازه گیری کرد از ۱/۰ درصد نیز کمتر است.

پایه اصلی ساختار اسید هیومیک ترکیبات فنولیک و کربوکسیلیک می باشند که در واکنش اسید هیومیک نقش دارند (کروفورد، ۱۹۶۸).

۱-۹- جایگاه هیومیک اسید در دنیا:

امروزه هیومیک اسید در سراسر جهان مورد توجه خاص قرار گرفته است. در صنعت کاربردهای متنوع و وسیعی دارد. برای مثال در صنایع نفت برای کاهش چسبندگی گل حفاری مصرف می شود. همچنین در تصفیه فاضلاب های صنعتی جهت زدودن فلزات سنگین از جمله اورانیوم، همین طور برای احیای خاک ها و آب های آلوده به مواد نفتی و سایر آلاینده های شیمیایی مورد استفاده قرار می گیرد. به علاوه در تولید داروها و مکمل های دامی و نیز در تولید داروهای انسانی از این مواد بهره برداری می شود. اما مهمترین کاربرد آن در کشاورزی است. در کشورهای غربی با وجود این که میزان ماده آلی در خاک نسبتاً بالاست و همچنین pH خاک غالباً خنثی یا مختصری اسیدی است و در چنین شرایطی هیومیک اسید کارایی کمتری دارد، باز استقبال از این مواد بسیار گسترده و روز افزون است. آن ها به دلایل زیر علاقمند به استفاده از هیومیک ها هستند:

۱- سازگاری با محیط زیست، فقدان نگرانی از آلوده شدن آب های سطحی و زیر زمینی

۲- صرفه جویی در مصرف کود شیمیایی و کاهش هزینه ها

۳- قابلیت استفاده در کشت های اورگانیک درحالی که بسیاری از کودهای شیمیایی نظیر NPK در این موارد ممنوعیت دارد.

۴- افزایش مقاومت نسبت به بیماری ها در نتیجه کاهش مصرف سموم

۵- کاهش هزینه های کارگری به دلیل استفاده از حجم کم در مقایسه با کودهای آلی

۶- احیای توازن در خاک هایی که قبلاً بطور نا مناسب کود دهی شده اند.

۱-۱۰- دوام اثر زیاد کودهای هیومیکی در خاک:

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

۱-۱۱- کمپوست:

کمپوست عبارت است از بقایای تخمیر شده زباله های شهری و یا ضایعات زراعی و کشاورزی بی آنکه زبانی برای خاک های کشاورزی داشته باشد، باعث حاصلخیزی و توان بیشتر آن می شود (ملکوتی، ۱۳۷۸). کمپوست دارای تمام عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان می باشد و از کمبود عناصر در خاک کشاورزی جلوگیری کرده و از نفوذ آب و رسوب عناصر موجود در لایه رویی به عمق زمین هایی که بافت شنی دارند، ممانعت می نماید و مهمتر اینکه عناصر متشکله به مرور تجزیه و باعث تقویت خاک و تامین نیاز طبیعی گیاه می شوند (ملکوتی، ۱۳۷۸).

با استخراج مواد هوموسی موجود در کمپوست پسماندهای شهری و استفاده از آن در اراضی کشاورزی می توان سالانه میلیون ها تن بر تولیدات محصولات مختلف زراعی و باغی کشور افزود (سماوات و همکاران، ۱۳۸۷). برای تهیه کمپوست می توان از بقایای چوب بری ها، زباله شهری، بقایای کشتارگاه ها و کارخانه های کنسرو ماهی، لجن فاضلاب و اجساد گیاهان پست غیر آوندی استفاده

کرد. بطور کلی کمپوست از نظر مواد غذایی ضعیف هستند (به استثنای بقایای کشتارگاه ها و کارخانه های کنسرو ماهی که از نظر ازت قوی می باشند). کمپوست محصول یک فرآیند بیوتکنولوژیکی و به عبارت دیگر استحاله مواد آلی است که توسط تعداد کثیری میکروارگانیسم های هوازی گرما دوست در داخل توده ای زباله در مجاورت حرارت و رطوبت و اکسیژن انجام می گیرد و با ایجاد ۶۰ تا ۷۵ درجه سانتی گراد گرما و تشکیل آنتی بیوتیک ها در حین عمل پاستوریزاسیون انجام گرفته و عوامل بیماری زا و بذر علف های هرز از بین می رود. کمپوست محصول نهایی و نمونه ای پیچیده از فرآیند تغذیه است که شامل صدها موجود زنده متفاوت مانند باکتری ها، قارچ ها، کرم ها و حشرات می باشد. آنچه که پس از مواد آلی تجزیه شده این موجودات باقی می ماند، ماده ای علف و خاکی است که برای رشد گیاهان بسیار مناسب است. کمپوست (کود حاصل از زباله) یکی از بهترین مالچ های (کاه و برگی که برای حفظ گیاه دور آن می ریزند) اصلاح کننده خاکی است که می توان از آن به جای کودهای تجاری استفاده نمود. استفاده از کودهای آلی بیولوژیک مانند کمپوست علاوه بر حاصلخیزی خاک ها سبب کاهش تأثیرات منفی حاصل از کاربرد بیش از اندازه کودهای شیمیایی و سینتتیک ساخت بشر می شود. بازیافت زباله ها، بالاخص زباله های خانگی و تبدیل آن ها به کمپوست می تواند راه حلی مناسب برای کاهش این مشکل باشد (هارگریوز و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین تولید کمپوست می تواند به عنوان یک روش مدیریتی مناسب برای حذف مواد زاید جامد و تبدیل آن ها به موادی با ارزش محسوب شده و به عنوان ابزاری مناسب در کنترل انواع مختلف بقایا و کاهش مصرف کودهای معدنی به محصولات زراعی و افزایش جذب عناصر کم مصرف به وسیله گیاهان تلقی شود.

خصوصیت ویژه کمپوست ارزان بودن آن است. کمپوست سازی تکرار نابودی مواد و نظام عادی طبیعت در سطح جنگل ها را نشان می دهد. در هر چمنزار، جنگل و باغی، گیاهان می میرند، به زمین افتاده می پوسند. این گیاهان به تدریج بوسیله موجودات زنده موجود در خاک تجزیه می شوند و سرانجام به این بخش های گیاه به صورت ذرات قهوه ای رنگ جنگل تبدیل می شوند که به این

ماده غنی در اصطلاح هوموس می گویند. هوموس خاک را سبک و ترد می کنند. هدف از ایجاد کمپوست، تولید هوموس می باشد. کمپوست حاصل فعالیت بیولوژیکی جانداران ذره بینی است که توانایی شکستن مولکول های درشت مواد آلی را دارا می باشند. این فعالیت سبب تولید ترکیبات هوموسی شده که به راحتی توسط گیاه جذب می شود.

۱-۱۲- تعاریف دیگری از کمپوست:

کمپوست یکی از اجزای سیستم یکپارچه مدیریت مواد زائد جامد می باشد که می تواند در مورد زائدات شهری مخلوط، زائدات و تفکیک شده به کار رود (محمدی نیا، ۱۳۷۴). کمپوست تجزیه و تثبیت زیستی مواد آلی تحت شرایط حرارتی ترموفیلیک می باشد که باعث تولید گرما و محصولات نهایی پایدار می شود (سماوات، ۱۳۸۷).

۱-۱۳- دلایل غنی سازی کمپوست:

۱- به منظور صرفه جوئی در مصرف کودهای شیمیایی و جلوگیری از آلودگی محیط زیست و راندمان بیشتر کودهای شیمیایی، می توان کودهای کمپوست را به همراه کودهای شیمیایی مورد استفاده قرار داد.

۲- از آنجا که عناصر معدنی موجود در کودهای شیمیایی در طول اولین بارندگی آبشویی یافته، بنابراین از دسترس گیاه خارج می شوند. ترکیب این عناصر با مواد آلی به علت تشکیل کمپلکس باعث آزاد شدن تدریجی عناصر غذائی مورد نیاز گیاه می شود.

۳- در اغلب شرایط نتایج مثبت کاربرد مشترک کود های آلی و معدنی سبب افزایش درصد باز یافت کاربری کودهای معدنی شده است.

۴- منابع بیولوژیکی، آلی و گیاهی مکمل کاربرد کودهای معدنی در رابطه با تأمین نیازهای تغذیه ای گیاه می باشند.

۵- نه تنها بین کودهای آلی و شیمیایی هیچ گونه اثرات متقابل منفی وجود ندارد بلکه کودهای آلی تأثیر کودهای شیمیایی را در عمل مساعدتر نموده و در مقابل کودهای شیمیایی با ازدیاد عملکرد فرآورده های زراعی، بقایای آن ها را که در زمین تولید هوموس می کنند، افزایش می دهند.

۶- یکی از عوارض نامطلوب مصرف دراز مدت و بی رویه کودهای شیمیایی کاهش قدرت باروری خاک به دنبال آن از بین رفتن هوموس می باشد. اما مصرف کودهای آلی به همراه کودهای شیمیایی باعث بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و تأمین هوموس خاک می شود.

۱-۱۴- مزایای استفاده از کمپوست:

- ۱- مواد غذایی را تأمین می کند.
- ۲- فعالیت های میکروبی را تشدید می کند که موجب می شود مواد غذایی خاک آزاد شوند و مورد استفاده گیاه قرار گیرند.
- ۳- نیاز به کودهای شیمیایی را که گران قیمت و بالقوه برای محیط زیست زیان بار می باشند، کاهش می دهد.
- ۴- ساختمان خاک را اصلاح می کند و باعث بهبود زهکشی خاک و انجام عملیات شخم در آن می شود.
- ۵- ظرفیت ذخیره سازی رطوبت خاک را افزایش می دهد. با اصلاح ساختمان خاک به کاهش فرسایش بادی کمک می کند.
- ۶- مقدار کربن آلی و ازت خاک را افزایش می دهد و باعث می شود که خصوصیات فیزیکی اصلاح شود.
- ۷- این پدیده عکس العمل خاک نسبت به کودهای شیمیایی را بهتر می کند و عملکرد محصول را افزایش می دهد.

هدف از این پژوهش بررسی اسید هیومیک و کمپوست بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای رقم سینگل کراس zp ۴۳۴ می باشد. با توجه به نکات ذکر شده در مورد این دو ماده ی آلی و فقر عمومی مواد آلی در خاک های کشور، به خصوص زمین های زراعی و همچنین اهمیت تغذیه در زراعت ذرت از یک سو، و از جهت دیگر در راستای اهداف زیست محیطی و حرکت به سمت کشاورزی پایدار و کم نهاده، انجام این آزمایش ضروری به نظر می رسد تا بتوان سطوح مؤثر این دو ماده آلی را در زراعت ذرت مشخص نمود.

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- عوامل محیطی مؤثر بر رشد و استقرار ذرت:

۲-۱-۱- درجه حرارت:

نیاز حرارتی ذرت در دوره رشد نسبتاً زیاد بوده و لذا کاشت آن در مناطق گرم بهترین عملکرد را در پی خواهد داشت. بهترین درجه حرارت برای دوره رشد و نمو ذرت ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی گراد و حداقل درجه حرارت جهت جوانه زنی ذرت ۸ تا ۱۰ درجه سانتی گراد می باشد. این گیاه پس از سبز شدن درجه حرارت حدود صفر را تحمل نمی کند و از آن صدمه شدید می بیند (کریمی، ۱۳۸۳). دمای خیلی زیاد و پایین بودن رطوبت نسبی نتیجه نامطلوبی در عمل گرده افشانی و لقاح خواهد داشت (پورصالح، ۱۳۷۳). ذرت هایی که در نواحی گرمسیری کشت می شوند، در مقایسه با ذرت های نواحی معتدله تعداد برگ بیشتری در هر بوته تولید می کنند. دلیل این امر عدم محدودیت دما در طول فصل رشد این ذرت هاست (فائو، ۲۰۰۰). شدت نمو ذرت از کاشت تا باز شدن گل ها بیشتر تابعی از درجه حرارت است تا فتوسنتز (خدابنده، ۱۳۷۷).

۲-۱-۲- نور:

یکی دیگر از عوامل محیطی بسیار مهم و تأثیر گذار در رشد و نمو و عملکرد ذرت نور کافی می باشد. بنابراین در مناطقی که نور کافی وجود نداشته باشد ذرت نمی تواند رشد طبیعی خود را به طور کامل انجام داده و علاوه بر دیررسی در ارقامی که جهت تولید دانه یا بذر کاشته شده باشند به علت کاهش فتوسنتز بذر کافی تولید نمی شود و از کیفیت دانه ها نیز کاسته خواهد شد (خدابنده، ۱۳۷۷).

۲-۱-۳- رطوبت:

ذرت در طول مدت رشد و نمو احتیاج به رطوبت و میزان بارندگی ۶۰۰ تا ۷۰۰ میلیمتر با پراکندگی در مراحل مختلف رشد برای آن کافی می باشد. اصولاً این گیاه برای ساختن یک واحد ماده خشک به ۳۶۸ واحد آب احتیاج دارد. کشت بدون آبیاری ذرت در مناطقی که میزان بارندگی در فصل رشد و

نمو بیش از ۴۰۰ میلیمتر باشد و نیز متوسط درجه حرارت در فصل رشد و نمو ۲۰-۲۲ درجه سانتی گراد باشد به شرط آن که تراکم زیاد نباشد، تا حدود بسیاری امکانپذیر است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰). در مناطقی که میزان بارندگی سالیانه کمتر از ۴۰۰ میلیمتر می باشد گیاه نیازمند آبیاری است. تعداد دفعات آبیاری و مقدار آب مورد نیاز این گیاه در دوره رشد به نوع بذر، جنس خاک، آب و هوای منطقه، مراحل مختلف رشد، روش کاشت و طرز استفاده از آن دارد (پورصالح، ۱۳۷۳).

۲-۱-۴- باد:

حساسیت گیاه ذرت در مقابل باد در مراحل مختلف رشد متفاوت است به طوری که در مرحله اولیه نسبت به باد حساس است. بادهای شدید صدمات زیادی را به بوته های ذرت وارد نموده و میزان محصول را کاهش می دهد (ایران نژاد و شهبازیان، ۱۳۸۴).

۲-۲- نیازهای کودی ذرت:

۲-۲-۱- کودهای نیتروژنی:

به طور کلی مقدار مصرف کودهای شیمیایی با توجه به مقدار عناصر موجود در خاک، زودرسی رقم، مقدار آب در اختیار گیاه، شرایط جوی و ... تغییر می نماید (خدابنده، ۱۳۷۷). نیتروژن مهمترین ماده غذایی برای ذرت می باشد و کمبود آن سبب کاهش رشد گیاهان شده و برگ ها به علت کمبود کلروفیل زرد رنگ می شوند. جذب نیتروژن به روند رشد و نمو گیاه ذرت و مقدار بارندگی بستگی دارد. ذرت برای رشد اولیه نیاز مبرمی به نیتروژن دارد. نیاز به نیتروژن با تولید ساقه و برگ ها و رشد این بخش ها بیشتر می گردد به طوری که سه هفته قبل از ظهور گل آذین نر و تا ۴-۳ هفته بعد از گلدهی مقدار مورد نیاز نیتروژن به حداکثر می رسد. لذا اگر کود به صورت سرک یک ماه پس از سبز شدن به مزرعه داده شود خیلی مؤثر خواهد بود (کریمی، ۱۳۸۳). در زمان تولید و رسیدن دانه،

نیترژن موجود در ساقه ها و برگ ها جهت ذخیره شدن به دانه ها انتقال می یابد و باعث افزایش عملکرد دانه ذرت یا علوفه آن جهت سیلو می گردد.

۲-۲-۲- کودهای فسفره:

فسفر نیز یکی از عناصری می باشد که گیاه ذرت به آن نیاز فراوانی دارد و حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد اسید فسفریک مورد نیاز ذرت از زمان تلقیح تا زمانیکه دانه ها به خوبی تشکیل می گردند. جذب فسفر در ذرت در تمام طول دوره رشد همگام با ذخیره شدن مواد خشک انجام می گیرد. حداکثر شدت جذب در مراحل اولیه رشد می باشد. اگر در زمینی که ذرت کاشته می شود عنصر فسفر به اندازه کافی موجود نباشد، گرده افشانی به تعویق افتاده و به طور ناقص صورت می گیرد، رشد گیاه و نیز رسیدن میوه ها به تأخیر افتاده و دانه بندی بخصوص در قسمت بالای بلال به خوبی صورت نمی گیرد. در اثر کمبود فسفر در ذرت برگ ها نازک می شوند و رنگ برگ ها سبز تیره و گاهی ارغوانی شده، ساقه ها نیز به رنگ ارغوانی در آمده و بوته ها کوتاه می گردند. گل دادن گیاه کمتر صورت می گیرد و بالاخره دانه به وجود نمی آید (پورصالح، ۱۳۷۳).

۲-۲-۳- کودهای پتاسه:

وجود پتاسیم نیز همانند سایر عناصر برای رشد و نمو ذرت ضروری است. جذب این عنصر زودتر و سریع تر از فسفر و از زمان تولید جوانه شروع شده و تا حدود سه هفته پس از گلدهی ادامه می یابد. در صورتی که این عنصر به مقدار کافی در اختیار گیاه ذرت نباشد، رشد گیاه کاهش یافته، رنگ برگ ها سبز مایل به زرد شده، حاشیه و نوک برگ ها خشک گردیده و در برگ ها علائم سوختگی ظاهر می شود. در صورتی که کمبود پتاسیم شدید باشد برگ ها به شدت آسیب دیده، گیاه کوچک مانده و تنها بخش های کوچکی از برگ ها به رنگ سبز باقی می ماند. همچنین در قسمت انتهایی

بلال دانه بندی به خوبی صورت نمی گیرد. مقاومت گیاه در برابر بیماری ها پائین آمده و نشاسته و قند کافی در دانه ها به وجود نخواهد آمد در نهایت کیفیت محصول کاهش خواهد یافت.

۲-۳- کشاورزی اورگانیک:

هدف کشاورزی اورگانیک، ضمن حفاظت از حاصلخیزی خاک، افزایش تولید محصول با کمترین تکیه بر استفاده از مواد شیمیائی است. در واقع هدف این سیستم کشت، حفظ و نگهداری منابع می باشد. به بیان دیگر کشاورزی اورگانیک نگرشی علمی و نوین به آن چیزی است که اجداد ما به آن عمل می کردند.

در این روش کشت، کاربرد مواد شیمیائی به حداقل مورد نیاز خود کاهش یافته است. در عوض تولید محصول به نگهداری و استفاده از منابع موجود در مزرعه اصولی، عملکرد زیاد و بدون آلوده سازی آب، خاک و هوا می باشد. دستیابی به این هدف به یک نگرش چند جانبه و به کارگیری چندین روش مختلف تولید نیاز دارد.

در سال های اخیر پژوهشگران و دانشمندان متوجه شدند که کشاورزی رایج پیامدهای نامطلوبی دارد و دریافتند که افزایش عملکرد بدون توجه به اثرات نامطلوب آن، خسارات جبران ناپذیری را متوجه جوامع بشری نموده است. اثرات منفی کشاورزی رایج بر آب، خاک، محیط زیست و تنوع زیستی کاملاً مشهود است (کامکار و مهدوی دامغانی، ۱۳۸۷). از بین بردن جنگل های منطق حاره جهان موجب کاهش تنوع بیولوژیکی شده و زمین را در معرض فرسایش قرار داده است و در نهایت سبب افزایش غلظت دی اکسیدکربن در اتمسفر و تغییرات اقلیمی می شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۷). نبود مدیریت های درست و برنامه های دقیق از یک سو و کاربرد نادرست کودهای شیمیایی از سوی دیگر سبب آلوده شدن آب های سطحی و زیر زمینی شده است. از اثرات منفی این کودها بر خاک می توان به کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش تنوع زیستی خاک، افزایش شوری خاک، افزایش آلودگی خاک، تخریب خاک، تغییر در املاح خاک و غیره اشاره کرد. علاوه بر این تداوم استعمال بی رویه کودهای

شیمیایی موجب تجمع بعضی از ترکیبات و عناصر غذایی شامل نیتрат، کادمیوم و غیره در محصولات شده و کاهش شدید کیفیت محصول را به دنبال دارد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۷).

۴-۲- مواد آلی و اثرات کاربرد آن در کشاورزی:

ماده آلی یکی از اجزای اصلی خاک است و بالاتر رفتن آن در بهبود خاک زراعی نقش اساسی دارد (مسگرباشی و همکاران، ۱۳۸۵). مواد آلی به علت اثرات سازنده ای که بر خصوصیات فیزیکی و بیولوژیک خاک دارند به عنوان یکی از ارکان تغذیه گیاه و باروری خاک شناخته شده اند. کود های آلی مهم ترین عامل فراهمی ماده آلی در ریزوسفر گیاه می باشند (تجادا و همکاران، ۲۰۰۸).

اضافه نمودن کود های آلی علاوه بر تأمین عناصر غذایی با بهبود خواص فیزیکی خاک شرایط مناسبی را برای رشد و توسعه ریشه فراهم می نمایند (محمدی و همکاران، ۲۰۰۷، صباحی و همکاران، ۲۰۰۸). کود های آلی علاوه بر نقش تغذیه ای، در بهبود کیفیت محصولات، خواص فیزیکی و افزایش فعالیت بیولوژیک خاک تأثیر معنی داری دارند. وجود مقدار کافی از ماده آلی در خاک، نوعی حفاظت نسبی ایجاد می کند. این نقش حفاظتی شامل نوسان pH، دما، شوری و ... هم می شود. همچنین مصرف توأم کودهای شیمیایی به همراه کمپوست گامی مؤثر در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و تغذیه متعادل گیاه می باشد. به علت این که نیاز غذائی گیاهان مختلف با یکدیگر متفاوت می باشد لذا میزان مصرف کمپوست در هر هکتار بر اساس نوع گیاه، خصوصیات خاک و شرایط اقلیمی متفاوت می باشد. رشد سریع جمعیت شهرها همراه با توسعه صنایع موجب افزایش مصرف و در نتیجه تولید مواد زائد جامد گردیده است. این موضوع موجب پدید آمدن معضلات بهداشتی و زیست محیطی شدیدی بویژه در کلان شهرهای بزرگ شده است که در صورت عدم مدیریت صحیح می تواند بحران های عظیمی در جوامع بشری به وجود آورد. یکی از روش های بسیار مؤثر در مدیریت و خنثی کردن آثار نامطلوب پسماندها، تبدیل آن ها به کمپوست و بهره گیری بهینه از آن ها به عنوان کود آلی در کشاورزی است. تهیه کمپوست از زباله مخلوط با توجه به ترکیبات

فیزیکی و شیمیایی آن، موضوع مهمی است که می بایست توجه خاصی به آن شود. عدم رعایت استانداردها در تهیه کمپوست و نادیده گرفتن کیفیت آن از نظر میکروارگانیسم های پاتوژن، سموم آلی و معدنی بویژه فلزات سنگین، موجب کندی در روند رو به رشد صنعت کمپوست و بازنگری در فرآیند های آن شده است. میزان اسیدیته، شوری، خصوصیات فیزیکی، درجه رسیدگی و پایداری از خصوصیات بارز جهت تعیین کیفیت یک کود کمپوست می باشد (رابین و همکاران، ۲۰۰۱).

یکی دیگر از مهمترین عوامل حفاظت کننده در کود های آلی، هیومیک اسید است. هیومیک اسید توان جذب سریع انواع عناصر معدنی را دارد. در نتیجه همانند یک مخزن، عناصر اضافی را جذب و بعد به تدریج آزاد می کند. در واقع باید گفت که بهتر از یک مخزن عمل می کند. چون در صورت کمبود و تهی شدن خودش از عناصر ضروری، این توان را هم دارد که مینرال های باند شده در خاک را هم آزاد نموده در اختیار ریشه قرار دهد و به این ترتیب به حفظ توازن عناصر در گیاه کمک می کند. غلظت ترکیبات فنولی اکسیژن دار در مواد هیومیکی از ۵۷۰ - ۲۱۰ میلی اکی والان در یکصد گرم برای اسید هیومیک و از ۵۷۰ - ۳۰ میلی اکی والان در یک صد گرم برای اسید فولویک متغیر می باشد (سانچز، ۲۰۰۲). افزایش ۳/۱ درصدی اکسین با کاربرد اسید هیومیک در گیاه گندم در ۸۰ روز پس از کشت از اندام های هوایی در دو فصل رشد گزارش شده است (ابو علی و همکاران، ۲۰۰۹).

۲-۵- تأثیر اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی گیاهان:

۲-۵-۱- عملکرد و اجزای عملکرد:

در بررسی اثر اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم و ذرت (شریف، ۲۰۰۲) دریافت که اضافه کردن ۵/۰ تا ۱ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به ترتیب عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک گندم و ذرت را افزایش معنی داری داد.

کروفورد و همکاران (۱۹۶۸) در آزمایشی اثر محلول پاشی اسید هیومیک و نیتروژن بر گندم دوروم را مورد بررسی قرار داد و دریافت که عملکرد دانه، باروری سنبله و محتوی پروتئین دانه در هر دو تیمار افزایش یافت که این افزایش در محلول پاشی نیتروژن با اسید هیومیک به صورت همزمان بسیار بیشتر بود.

کروفورد و همکاران (۱۹۶۸) در یک آزمایش مزرعه ای اثر ترکیب هیومیکی استخراج شده از لیگنین اکسید شده را بر عملکرد گوجه فرنگی، پنبه و انگور بررسی کردند و دریافتند که اسید هیومیک متوسط عملکرد گوجه فرنگی و پنبه را به ترتیب به میزان ۱۰ و ۱۱ درصد نسبت به شاهد (عدم تیماردهی) افزایش داد و همچنین در ارقام مختلف انگور افزایش عملکرد از ۳۰ تا ۷۰ درصد نسبت به شاهد گزارش شد.

در آزمایشی تیمار غده های سیب زمینی با محلول ۱۰ درصد اسید هیومیک سبب افزایش عملکرد به میزان ۳۰ تا ۴۰ درصد نسبت به شاهد شد و هر دو تیمار سیب زمینی با اسید هیومیک سبب افزایش معنی داری در تعداد و کیفیت غده های سیب زمینی شد (برونل و همکاران، ۱۹۸۷). در آزمایشی دیگر مشاهده شد که اسید هیومیک اثرات مستقیم و مثبتی را بر رشد و عملکرد گندم (واگان و لینه هان، ۲۰۰۴) داشت.

مالیکارجونا و همکاران (۱۹۸۷) نشان دادند که مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به طور معنی داری عملکرد ماده خشک ریشه و ساقه را افزایش داد که البته نسبت ریشه به ساقه به مقدار بیشتری افزایش نشان داد.

کاربرد اسید هیومیک به صورت محلول پاشی در گندم موجب افزایش ۲۴ درصدی عملکرد در این گیاه می شود (دلفین و همکاران، ۲۰۰۵).

والدریگی و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که اسید هیومیک از طریق افزایش در محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد، ارتفاع و به تبع آن عملکرد بیولوژیک می شود.

در مطالعه ای اسپری مواد هیومیک در مرحله توسعه خوشه گندم، عملکرد دانه را ۷ تا ۸ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (زودان، ۱۹۸۶).

در مطالعه دیگری اسید هیومیک سبب افزایش عملکرد دانه در جو شد (آیوسو، ۱۹۹۶). کاربرد اسید هیومیک در گیاهان گندم، برنج و تربچه به ترتیب باعث ۲۰، ۱۴، ۴۴ درصد افزایش عملکرد شد (های و همکاران، ۱۹۹۸).

گزارش شده است که در ارقام مختلف انگور با کاربرد ترکیبات هیومیک عملکرد از ۳۰ تا ۷۰ درصد نسبت به شاهد افزایش یافته است (سبزواری و خزایی، ۱۳۸۸).

کرکوت و همکاران (۲۰۰۸) اثر اسید هیومیک را در ۵ غلظت بر عملکرد و کیفیت میوه های فلفل به صورت تیمار برگ و خاکی بررسی کردند و دریافتند اسید هیومیک اثر معنی داری را بر طول و قطر میوه ها نداشت. کاهش میزان قند میوه ها با کاربرد اسید هیومیک به هر دو طریق افزایش یافت.

۲-۵-۲- افزایش وزن خشک و تر ساقه و ریشه:

تحقیقات نشان داده است که هر گونه افزایش در وزن ریشه در دسترسی بهتر به عناصر خاک و بنابراین بالا بردن حاصلخیزی و باروری خاک نتیجه می دهد (لیو و همکاران، ۲۰۰۰).

پادم و همکاران (۱۹۹۹) در بررسی اثر محلول پاشی اسید هیومیک روی صفاتی مانند ارتفاع ساقه، تعداد برگ، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه و ریشه و تجمع NPK در برگ گیاهچه های بادمجان و فلفل دریافتند که قطر ساقه، تعداد برگ ها، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه و ریشه به طور معنی داری با کاربرد اسید هیومیک بر روی گیاهچه های فلفل و بادمجان افزایش یافت.

دلفین و همکاران (۲۰۰۵) در آزمایشی اثر محلول پاشی اسید هیومیک و نیتروژن بر گندم دوروم مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که اسید هیومیک سبب افزایش معنی داری در وزن خشک ساقه و ریشه گندم شد. همچنین نتایج نشان داد که عملکرد دانه، باروری سنبله و محتوی پروتئین

دانه در هر دو تیمار افزایش یافت که این افزایش در محلول پاشی نیتروژن با اسید هیومیک به صورت همزمان بسیار بیشتر بود.

با انجام یک آزمایش در شرایط کنترل شده مشخص شد که با کاربرد مواد هیومیکی وزن خشک، عملکرد ذرت و گیاهچه های یولاف افزایش معنی داری یافت (شریف، ۲۰۰۲).

میشرا و همکاران (۱۹۸۸) در یک آزمایش گلخانه ای اثر اسید هیومیک را بر وزن تر و خشک و عملکرد یولاف بررسی کردند و دریافتند که با کاربرد ۱۰۰ میلی گرم اسید هیومیک به ازای هر گلدان وزن تر و خشک گیاه به طور معنی داری افزایش یافت.

اسلاکی و تیچی (۱۹۵۹) در محلول پاشی گیاه گوجه فرنگی با محلول ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک دریافتند که وزن تر و خشک ساقه افزایش یافت، همچنین آن ها دریافتند که کاربرد غلظت های بیشتر سبب محدود شدن رشد و بد شکل شدن برگ ها می شود.

لیو و همکاران (۲۰۰۰) در آزمایشی روی گیاه بنت گراس نشان دادند که در غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک، وزن خشک ریشه به طور معنی داری افزایش یافت و همچنین فعالیت آنزیم ها هم از ۲۳ درصد به ۱۰۰ درصد افزایش یافت که خود عامل افزایش تنفس ریشه و رشد بیشتر آن شد.

همچنین طی آزمایشی دیگر، دیده شد که وزن خشک ساقه و ریشه گیاه ذرت به طور معنی داری در ۱۵۰ میلی گرم اسید هیومیک در کیلوگرم خاک افزایش یافت (شریف، ۲۰۰۲).

۲-۵-۳- افزایش رشد ریشه و ساقه:

تقویت ریشه زایی با مکانیسم های متعددی مرتبط است، اولاً اصلاح ساختار فیزیکی خاک فضای مناسب تری را برای نفوذ ریشه ایجاد می کند. ثانیاً هیومیک اسید با افزایش نفوذپذیری سلول های ریشه به جذب بهتر مواد غذایی و توسعه بیشتر گیاه کمک می نماید.

در یک بررسی کاربرد اسید هیومیک در محلول غذایی موجب افزایش محتوای نیتروژن در اندام هوایی و رشد شاخساره و ریشه در ذرت شد (تان، ۲۰۰۳).

تأثیر هیومیک اسید بر رشد ریشه چنان واضح و شگرف است که در مواردی حجم ریشه را تا چند برابر افزایش می‌دهد. هیومیک اسید با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه تکثیر سلولی را در کل گیاه و بخصوص در ریشه‌ها افزایش می‌دهد (دورسون و همکاران، ۲۰۰۲).

در مطالعه ای کاربرد اسید هیومیک به میزان ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلو گرم خاک موجب افزایش طول هیپوکوتیل، قطر ساقه، طول ساقه، وزن خشک، میزان عناصر غذایی و عملکرد گیاه فلفل شد (ترکمن و همکاران، ۲۰۰۴).

کوثر و همکاران (۱۹۸۵) طی آزمایشی روی گندم دریافتند که اسید هیومیک به میزان ۵۴ میلی گرم در لیتر، ۵۰ درصد افزایش در طول ریشه و ۲۲ درصد افزایش در ماده خشک را به همراه داشت و همچنین جذب نیتروژن هم در حضور اسید هیومیک افزایش معنی داری نشان داد.

فرناندز اسکوبار و همکاران (۱۹۹۶) در بررسی اثر کاربرد برگی مواد هیومیک استخراج شده از لئوناردیت بر رشد گیاهچه های زیتون در گلخانه دریافتند که کاربرد برگی اسید هیومیک در گیاهان آبیاری شده با آب فاقد هرگونه عناصر معدنی آبیاری، رشد ساقه را به طور معنی داری تحریک کرد اما در گیاهانی که با محلول غذایی تغذیه شده بودند افزایش در رشد ناشی از اثر مواد هیومیکی دیده نشد.

در آزمایشی نشان داده شد که با کاربرد ترکیبات هیومیکی، رشد ریشه بیشتر از ساقه تحت تأثیر قرار گرفت (تاتینی و همکاران، ۱۹۹۱).

در مطالعه دیگری اسید هیومیک سبب افزایش قطر و ارتفاع گیاه منداب شد (آلبایراک و همکاران، ۲۰۰۵).

محققان دیگر نیز افزایش ارتفاع را با کاربرد اسید هیومیک تأیید می کنند (تاتینی و همکاران، ۱۹۹۱).

استفان و چارلز (۱۹۹۴) در بررسی اثر اسید هیومیک و اسید فولویک بر روی رشد گیاهچه های فلفل دریافتند که اسید هیومیک به میزان ۵۰ میلی گرم در لیتر سبب افزایشی در طول ریشه از ۱۳/۱ به ۲۰/۲ سانتیمتر و طول ساقه از ۲۰/۹ به ۵۱/۵ سانتیمتر شد، همچنین اسید هیومیک سبب افزایش معنی داری در وزن خشک ساقه و ریشه به ترتیب از ۰/۵ به ۱/۷۰ و از ۰/۵۰ به ۰/۲۳ شد. آزمایشات نشان داد که غلظت ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک عامل طولی شدن سلول های ریشه در گیاه نخود شد و این در حالی است که غلظت های بالاتر اثر معنی داری نداشتند (واگان، ۱۹۷۴).

آزمایشات در بررسی اثر چندین نوع اسید هیومیک به دست آمده از منابع مختلف نشان داد که اسید هیومیک استخراج شده از لئوناردیت سبب افزایش طول ریشه در افرای قرمز شد (کلتینگ و هریس ۱۹۹۸). نتایج مشابه در مورد چغندر و ذرت نیز گزارش شده است (الکساندروا، ۱۹۷۷، سانچز، ۱۹۷۲).

سانچز (۱۹۷۲) دریافت که مصرف اسید هیومیک به صورت محلول و یا پودر در خاک، باعث افزایش طول و وزن ریشه هویج و به طور کلی افزایش رشد گیاه شد. تحقیقات نشان داد که با افزایش مصرف اسید هیومیک از غلظت ۲۰۰ به ۱۰۰۰ میلی گرم در هر گلدان در زیتون، نسبت ریشه به اندام هوایی به صورت معنی داری افزایش یافت (تاتینی، ۱۹۹۰).

۲-۵-۴- افزایش سطح برگ و فاکتورهای رشدی:

مطالعات نشان داد که کاربرد اسید هیومیک بر روی توتون و گیاهان دارویی موجب زیاد شدن میزان آلکالوئید ها در برگ ها می شود، همچنین اسید هیومیک موجب افزایش انتقال گلوکز از بین غشاهای سلولی در گیاهان پیاز، آفتابگردان، چغندر قند و موجب افزایش میزان کربوهیدرات در گوجه فرنگی، سیب زمینی، چغندر قند و هویج می شود (تان، ۲۰۰۳).

فرناندز اسکوبار و همکاران (۱۹۹۶) در یک آزمایش مزرعه ای دریافتند که کاربرد مواد هیومیکی استخراج شده از لئوناردیت رشد ساقه و انباشتگی پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن را در برگ های زیتون افزایش داد، درحالی که بر محتوی نیتروژن برگ ها بی تأثیر بود.

نیکبخت و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند که غلظت ۱۰۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش معنی داری در رشد ریشه گیاه گلتاب شد. محتوی فسفر، منیزیم، آهن و پتاسیم در برگ ها و تعداد گل در گیاه توسط اسید هیومیک افزایش معنی داری نشان داد. در آزمایشی مشاهده شد که اسپری برگی با ترکیبات آلی اسید هیومیک ماندگاری قطره ها را روی سطح برگ افزایش داده و در نتیجه جذب عناصر غذایی توسط گیاه افزایش یافت (آستارایی و همکاران، ۲۰۰۸).

نتایج آزمایشات محققین نشان داد که محیط کشت پیت حاوی سطوح مختلف اسید هیومیک بر رشد گیاهچه های گوجه فرنگی و بادمجان مؤثر بوده است. رشد برگ، ساقه و ریشه با کاربرد مقادیر ۵۰ و ۱۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک در لیتر آب در گیاهچه های گوجه فرنگی و با کاربرد ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی لیتر اسید هیومیک در هر لیتر آب در بادمجان نسبت به گیاهان شاهد افزایش معنی داری داشت (دورسون و گاونس ۲۰۰۰).

کاربرد اسید هیومیک در محلول غذایی موجب افزایش رشد شاخه، ریشه و محتوی نیتروژن در شاخساره و از بین رفتن کلروز در برگ های ذرت و لوپین در خاک های آهکی شد (تان و همکاران، ۱۹۷۹، سانتیاگو و همکاران، ۲۰۰۸).

کاربرد اسید هیومیک با افزایش جذب عناصر کم مصرف در گیاه گندم در رفع کلروز برگی مؤثر بوده است (مکارتی، ۲۰۰۱).

آلبایراک و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که تیمار ۱۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک سبب گسترش بیشتر سطح برگ می شود.

در مطالعه ای کاربرد اسید هیومیک تأثیر معنی داری در میانگین شاخص برداشت نداشت (کایا و همکاران، ۲۰۰۵).

ولف و همکاران (۱۹۸۸) همبستگی قوی مثبت بین وزن خشک دانه و مقدار دوام سطح برگ یافته و تأیید کردند که سبزیمان برگ به اندازه تولید برگ در تعیین عملکرد دانه اهمیت دارد.

۲-۶- تأثیر اسید هیومیک بر خصوصیات فیزیولوژیک گیاهان:

۲-۶-۱- میزان فتوسنتز:

هیومیک اسید با مکانیسم‌های متعددی به جذب بهتر مینرال‌ها و بهبود کیفیت محصول کمک می‌کند. هیومیک اسید با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و نیز تأثیر مثبتی که بر جنبه‌های مختلف فتوسنتز دارد نیز محتوای غذایی محصولات کشاورزی را افزایش می‌دهد (شریف و همکاران، ۲۰۰۲). این نتایج در مورد ذرت (آلبوزیو و همکاران، ۱۹۹۴) و در مورد گوجه فرنگی (آدانی و همکاران، ۱۹۹۸) نیز تأیید شدند.

اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه شد (دلفین و همکاران، ۲۰۰۵).

محققین اثر مواد هیومیکی را بر گیاه بنت گراس بررسی کردند و دریافتند کاربرد برگی مواد هیومیکی به میزان معنی داری غلظت آنتی اکسیدان ها در برگ را افزایش داده و همچنین سبب افزایش در فتوسنتز، تنفس، سنتز نوکلئیک اسید ها و جذب یون ها شد (اشمیت و همکاران، ۱۹۹۷).

نتایج نشان داد که اسپری برگی گیاه لوبیا چشم بلبلی در مرحله دو برگچه ای با ترکیبات آلی اثر معنی داری را بر رشد رویشی داشت. برگ های تیمار شده انبوه تر و شاداب تر و رنگ سبز تیره تری را داشتند که به فعالیت فتوسنتزی بالاتری منتهی شد. همچنین گیاهان تیمار شده رشد میانگرمه ای بالایی داشتند که در نتیجه وزن خشک برگ، ساقه و وزن خشک گیاه در نهایت افزایش داشت (ولف و همکاران، ۱۹۸۸).

در یک بررسی تأثیر اسید هیومیک روی نوعی گیاه علوفه ای نشان داد که اسید هیومیک به طور معنی داری سرعت فتوسنتز، توسعه زیست توده ریشه و محتوی عناصر غذایی گیاه را افزایش داد، که این افزایش به ویژه در غلظت ۴۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک بود (لیو و همکاران، ۱۹۹۶). اسید هیومیک سبب تداوم بافت های فتوسنتز کننده شده و عملکرد دانه را افزایش می دهد (ولف و همکاران، ۱۹۸۸).

۲-۶-۲- محتوی کلروفیل:

در آزمایشی نشان داده شد که اسید هیومیک به طور معنی داری در محتوی کلروفیل برگ ها مؤثر بوده و اثر خود را به طور اساسی بر محتوی کلروفیل b در برگ ها داشت. مقادیر ۲۰ میلی لیتر در لیتر اسید هیومیک چه به صورت محلول پاشی و چه اعمال خاکی بیشترین محتوی کلروفیل برگ ها را سبب شد. همچنین اسید هیومیک به طور معنی داری وزن میوه و عملکرد کل را نسبت به شاهد افزایش داد (کرکوت، ۲۰۰۸).

در بررسی گلخانه ی دیگری تأثیر مواد هیومیکی بر محتوی کلروفیل برگ ها در گندم بررسی شد و نشان داده شد که اسپری برگی اسید فولیک روی برگ های گندم سبب افزایش معنی داری در محتوی کلروفیل برگ ها شد (زودان، ۱۹۸۶).

اسلاکی و تیچی (۱۹۵۹) در بررسی بر اثر مواد هیومیکی روی محتوی کلروفیل برگ ها گیاه گوجه فرنگی کشت یافته در محلول غذایی دریافتند که اسید هیومیک به میزان ۶۳ درصد و اسید فولیک به میزان ۶۹ درصد غلظت کلروفیل برگ ها را افزایش داد.

در مطالعه ای معلوم شد که اسید هیومیک بیش از اسید فولیک و هیومین بر فعالیت کلروفیل b اثر می گذارد (ناردی و همکاران، ۲۰۰۲). اسید هیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ باعث افزایش عملکرد گیاهان می شود (ناردی و همکاران، ۲۰۰۲). گروسل و همکاران (۱۹۹۱) در طی تحقیقات خود پی برد که اسید هیومیک سبب افزایش جذب آهن، روی، مس و منگنز توسط خیار رشد یافته در محلول هوگلدن شد که افزایش جذب آهن و منگنز را می توان دلیل مناسبی برای افزایش غلظت کلروفیل برگ دانست.

زودان (۱۹۸۶) دریافت که اسپری برگ های گندم با اسید هیومیک و فولیک در مزرعه و گلخانه سبب افزایش میزان کلروفیل در برگ ها شد.

۲-۶-۳- ایجاد توازن در عناصر غذایی:

سدیم که تقریباً هیچ گیاهی به آن نیاز ندارد برداشتی از اسید هیومیک صورت نمی گیرد و لذا اسید هیومیک به تدریج اشباع می گردد و کارایی خود را از دست می دهد (گروسل و همکاران، ۱۹۹۱).

فرناندز اسکوبار و همکاران (۱۹۹۶) نیز افزایش غلظت آهن را در برگ های زیتون تیمار شده با مواد هیومیکی، اعلام نمودند.

غلظت بالای اسید هیومیک در تولید هیدروپونیک گندم باعث کمپلکس شدن بیش از حد کلسیم به وسیله اسید هیومیک و کاهش جذب آن می گردد (گروسل و همکاران، ۱۹۹۱).

وانگ و همکاران (۱۹۹۵) در آزمایش مزرعه ای، اسید هیومیک را به همراه کود فسفر به خاک اضافه کردند و مشاهده نمودند که میزان جذب فسفر ۲۵ درصد نسبت به عدم حضور اسید هیومیک افزایش یافت.

سانچز و همکاران (۲۰۰۶) اعلام نمودند که در انگور تأثیرات مواد هیومیکی بر تحرک بخشیدن یون ها و نیز بر متابولیسم و فیزیولوژی گیاه، سبب بهبود جذب عناصر آهن و فسفر شده و این امر باعث افزایش وزن حبه می گردد.

مالکولم و واگان (۱۹۷۹) میزان جذب فسفر ۳۲ را به عنوان یک عنصر مؤثر در توسعه سیستم ریشه در سلول های ریشه گندم زمستانه در حضور اسید هیومیک بررسی کردند و دریافتند که غلظت های ۵ تا ۵۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک سبب افزایش معنی داری در جذب فسفر شد که البته میزان جذب فسفر در ۵۰۰ میلی گرم در لیتر کاهش یافت.

در مطالعه ای گلخانه ای (جونز و هکاران، ۲۰۰۴) اثر اسید هیومیک را روی قابلیت جذب عناصر غذایی خاک و عملکرد پیاز بررسی کردند و دریافتند که کاربرد ۲۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به همراه NPK ، بیشترین عملکرد پیاز را به همراه ۱۲ درصد افزایش در جذب NPK به همراه داشت.

جونز و همکاران (۲۰۰۴) در آزمایشی در بررسی اثر اسید هیومیک بر عملکرد گندم بهاره دریافتند که اسید هیومیک دسترسی به فسفر و سایر عناصر غذایی را افزایش داد و همچنین سبب افزایش معنی داری در عملکرد شد.

در مطالعه دیگری، مقادیر ۱۰۰۰ میلی گرم اسید هیومیک بر کیلوگرم خاک سبب افزایش عناصر پر مصرف و کم مصرف در اندام های گیاهان گوجه فرنگی شد (ترکمن و همکاران، ۲۰۰۵).

در مطالعه دیگری اسید هیومیک سبب افزایش فسفر و نیتروژن در گیاه بنت گراس شده و تجمع ماده خشک را افزایش داد (مکویاک و همکاران، ۲۰۰۱).

اسید هیومیک و اسید فولویک با کلات کردن عناصر ضروری سبب افزایش جذب عناصر شده و باروری خاک و تولید در گیاهان را افزایش می دهند (واگان و لینه هان، ۱۹۷۶).

واگان و لینه هان (۱۹۷۶) دریافتند که اسید هیومیک نشاندار با کربن ۱۴ بیشتر توسط ریشه جذب می شود و به مقدار کم، در حدود ۵ درصد به ساقه انتقال می یابد.

سانچز و همکاران (۲۰۰۲) در تحقیقی که به منظور بررسی اثر ترکیبات هیومیک بر بهبود کارایی کلات آهن بر روی درختان لیمو انجام شد اعلام کردند که درختانی که توسط مخلوطی از کلات آهن با مواد هیومیک (لئوناردیت) کود دهی شده بودند در آن ها جذب آهن نسبت به درختانی که با کلات آهن به تنهایی تغذیه شده بودند، بهبود یافته بود. همچنین ترکیبات هیومیکی باعث افزایش وزن میوه گردیدند.

اسید هیومیک با اسیدی کردن خاک سبب تسهیل در انحلال آهن و پتاسیم گشته و میزان دسترسی به عناصر غذایی را افزایش می دهد. در بسیاری از منابع در مورد اثرات مفید مواد هیومیکی بر رشد ریشه و ریشه های موین اشاره شده است. افزایش سطح ریشه ها و ریزوسفر سبب جذب بهتر برخی عناصر نظیر پتاسیم یا فسفر می گردد (سانچز، ۲۰۰۲).

مکویاک و همکاران (۲۰۰۱) دریافته اند که اسید هیومیک سبب پایداری و نگهداری بیشتر عناصر غذایی برای گیاهان می شوند که این کار را از طریق ممانعت از تثبیت یا شستشوی آن ها انجام می دهد. تاتینی و همکاران (۱۹۹۱) نیز گزارش کردند که اسید هیومیک در بهبود کارایی مصرف نیتروژن توسط گیاه نقش دارد و این کار را از طریق اصلاح فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک انجام می دهد و از شستشوی بیش از حد آن جلوگیری می کند.

۲-۶-۴- بهبود فعالیت آنزیم ها:

پینتون و کسکو (۱۹۹۹) اثر مواد هیومیکی را در جذب نیترات توسط ریشه ذرت مطالعه کردند، نتایج بررسی این محققان نشان داد که اسید هیومیک جذب نیترات و فعالیت آنزیم ATP آز را در غشاء

پلاسمای سلول های ریشه به طور معنی داری افزایش داد که به نظر می رسد فعال شدن پمپ پروتون غشاء، پاسخ اولیه به اسید هیومیک در جذب عناصر غذایی باشد. مالکولم و واگان (۱۹۷۹) گزارش کردند که مواد هیومیکی در افزایش فعالیت چندین آنزیم به ویژه آنزیم فسفاتاز نقش مؤثری را ایفا می کنند. واگان و مالکولم (۱۹۷۹) در بررسی اثر چندین نوع اسید هیومیک بر فعالیت آنزیم فسفاتاز ریشه، دریافتند که اسید هیومیک به عنوان یک بازدارنده فعالیت آنزیم فسفاتاز در ریشه گندم از طریق ترکیب و ایجاد کمپلکس با آنزیم عمل می کند.

۲-۶-۵- تعدیل pH:

اسید هیومیک با دارا بودن میزان زیادی از گروه های اسید ضعیف در ساختمان مولکولی خود می تواند pH های قلیایی را اصلاح کند (کرکوت، ۲۰۰۹). با تعدیل pH توسط مواد هیومیک از رسوب آهن در خاک ها جلوگیری شده و با تشکیل هیومات کلسیم مانع از رسوب کردن فسفات کلسیم می شود (سانچز، ۲۰۰۶).

۲-۶-۶- مقاومت گیاهان نسبت به خشکی با افزایش کارایی مصرف آب:

هیومیک اسید با اصلاح فیزیکی و بهبود دانه بندی خاک فضای بیشتری برای نفوذ آب ایجاد می کند. مولکول های هیومیک اسید با مولکول های آب پیوندی تشکیل می دهند که تا حدود زیادی مانع از تبخیر آب می گردد. مولکول های فولویک اسید (بخش ریز مولکول از هیومیک اسید) که به درون بافت های گیاهی نفوذ می کنند با پیوند شدن به مولکول های آب تعریق و تعرق گیاه را کاهش داده به حفظ آب در درون گیاه کمک می کنند (سینگ و همکاران ، ۱۹۹۸).

۲-۶-۷- حفظ رطوبت خاک:

حفظ رطوبت خاک برای همه کشاورزان مهم است. به خصوص برای مناطق خشک و کویری و بالاخص برای زمین های شنی- ماسه ای که بر بسترهای شیب دار قرار گرفته اند بی نهایت اهمیت دارد.

مولکول‌های هیومیک اسید با مینرال‌های خاک تشکیل پیوند داده و شبکه‌ای تور مانند ایجاد می‌کنند که مجموعاً قادرند حجم نسبتاً زیادی آب را در خود ذخیره نمایند. هر چه بافت خاک سبک‌تر باشد این تأثیر بیشتر است. بطوریکه آزمایشات نشان داده است در خاک‌های شنی ماسه‌ای تا ۱۰۰ برابر معمول آب در خاک ذخیره می‌شود. نمونه جالب گیاهان زینتی حساس به کم آبی، گیاه حسن یوسف است که در شرایط عادی به خصوص در تابستان به آبیاری روزانه نیاز دارد. با افزودن یک قاشق غذاخوری گرانول‌های هیومیک اسید به خاک گلدان این نیاز به هفته‌ای دو بار کاهش خواهد یافت. این عمل باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌شود و کارایی مصرف آب را در محصولات بهبود می‌بخشد (سینگ و همکاران، ۱۹۹۸).

۷-۲- تأثیر اسید هیومیک بر جمعیت میکروارگانیسم‌های خاک:

گروه از موجودات ذره بینی دائماً در حال تجزیه پسماندهای گیاهی و کودهای آلی و شیمیایی هستند و آن‌ها را به ترکیبات ساده قابل جذب برای ریشه تبدیل می‌کنند. بسیاری از این موجودات ذره بینی با ترشح مواد اسیدی به انحلال و آزاد سازی میکروالمنت‌های خاک کمک می‌کنند. همه ما کما بیش با ریبوزوم‌ها یعنی باکتری‌های کوچکی که در ریشه گیاهان خانواده لگوم زیست می‌کنند، آشنا هستیم. این‌ها نقش بسیار مهمی در جذب و تثبیت نیتروژن هوا دارند. اگر این‌ها و گروه دیگری از باکتری‌های مشابه که خارج از ریشه و در خاک زندگی می‌کنند (ازتوباکترها) نبودند، کشاورزی امکان‌پذیر نبود. چون این‌ها تنها موجوداتی هستند که قادرند نیتروژن را از هوا دریافت نموده و در خاک تثبیت نمایند. هیومیک اسید با افزایش نفوذپذیری دیواره سلولی و نیز با تسریع در تولید پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک در درون سلول به رشد و تکثیر هر موجود زنده‌ای کمک می‌کند. بخصوص تأثیر آن بر رشد میکروارگانیسم‌های مفید موجود در خاک که عمدتاً از قارچ‌ها هستند بیشتر است (آیوسو و همکاران، ۱۹۹۶. شریف و همکاران، ۲۰۰۲). اسید هیومیک سبب تحریک رشد و تغذیه قارچ‌های مفید و افزایش جمعیت آن‌ها می‌شود، که این عمل در برتری این

قارچ ها در رویارویی با قارچ های بیماری زا تأثیر دارد و باعث می شود به تدریج قارچ های بیماری زا از میدان خارج شوند (اسپارک و همکاران، ۱۹۹۶).

۲-۸- برخی دیگر از تأثیرات اسید هیومیک:

- ۱- بافت خاک را سبک می کند..
- ۲- باعث نگهداری بیشتر آب در خاک می شود.
- ۳- به رشد سریع باکتری های مفید در خاک کمک می کند.
- ۴- به انحلال و آزادسازی عناصر ماکرو و میکرو کمک کرده و در نتیجه نیاز به کودهای شیمیایی را به نحو محسوسی کاهش می دهد.
- ۵- مقاومت به شوری را افزایش می دهد.
- ۶- مقاومت به کم آبی را افزایش می دهد.
- ۷- مقاومت به سرما را افزایش می دهد.
- ۸- از سمیت کودها و عناصر اضافی موجود در خاک می کاهد.
- ۹- دوام اثر آن زیاد است و تا چند سال اثر آن در خاک باقی می ماند.
- ۱۰- مقاومت گیاه را در مقابل انواع بیماری ها افزایش داده و نیاز به مصرف سموم را به نحو محسوسی کاهش می دهد.
- ۱۱- سرعت جوانه زنی بذر را افزایش می دهد.
- ۱۲- pH اسیدی این محصول به اصلاح خاک های قلیایی کمک می کند.
- ۱۳- با طبیعت سازگار است و خطری برای گیاه و یا محیط زیست ندارد.
- ۱۴- به حفظ توازن خاک کمک می کند.
- ۱۵- به بهبود کیفیت محصول کمک می کند.
- ۱۶- هیومیک اسید بهترین کلاتور طبیعی است.

۹-۲- تأثیر کمپوست بر خصوصیات رشدی گیاهان:

۹-۲-۱- عملکرد و اجزای عملکرد:

۹-۲-۱-۱- وزن خشک:

در تحقیقی که به بررسی اثر کمپوست کود سبز بر گندم پرداخته بود نشان داده شد که کمپوست موجب افزایش جوانه زنی و افزایش ماده خشک تولیدی در مقایسه با تیمارهای بدون کمپوست شده است (مینارد، ۱۹۹۱).

کیلینگ و همکاران (۲۰۰۳) نیز نشان دادند که استفاده از کمپوست کشاورزی به افزایش طول ریشه، ماده خشک کل، جذب نیتروژن و عملکرد دانه کلزا منجر می گردد. در پژوهشی مصرف کمپوست سبب افزایش عملکرد ماده خشک و دانه گیاه ذرت شد و نیز مقدار نیتروژن خاک، برگ و دانه ذرت و مقدار کربن آلی خاک را افزایش و وزن مخصوص ظاهری خاک را کاهش داد (محمدیان و ملکوتی، ۱۳۷۶).

با افزایش مصرف توأم گوگرد و کمپوست مواد غذایی بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته و با کاهش سقط گل ها تعداد گل های بیشتری بارور می شود و با افزایش تعداد دانه در گیاه نهایتاً عملکرد افزایش می یابد (کافی و همکاران، ۱۳۸۴، گودرزی، ۱۳۸۹).

کود کمپوست منبع مناسبی برای تغذیه درختان و بعضی از گیاهان در خاک های آهکی می باشد. استفاده از کمپوست در چند منطقه زیر کشت انواع سبزیجات باعث افزایش عملکرد یا حداقل برابری آن نسبت به کاربرد کود نیتروژن، فسفر و پتاسیم شد (مینارد، ۱۹۹۱).

در آزمایشی اهرارت و همکاران (۲۰۰۵) تمام تیمارهای حاوی کمپوست به دست آمده از بقایای کشاورزی افزایش عملکرد گیاهان زراعی را نسبت به شاهد نشان دادند. آن ها دریافتند که در خاک های حاصلخیز اثر کمپوست کم است ولی در طول زمان افزایش می یابد.

گزارش هارتل و همکاران (۲۰۰۳) بیانگر افزایش عملکرد کمی و کیفی چاودار در اثر استفاده از کمپوست به دست آمده از بقایای کشاورزی می باشد. سینگر و همکاران (۱۹۹۸) اثر کمپوست را روی افزایش تولید برخی گیاهان دارویی از جمله اسفرزه و منداب مطالعه کردند. با افزایش نسبت کمپوست در خاک اجزای بیوماس گونه های گیاهی افزایش یافته و عملکرد میوه نیز افزایش قابل توجهی را نشان داد. در نتایج مطالعات سینگر و همکاران (۱۹۹۸) افزایش اجزای بیوماس گیاهی در نتیجه کاربرد کمپوست نیز در گیاه اسفرزه گزارش شده است. در کشت ارگانیک ریحان نیز مصرف کمپوست باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی زنیان گردید (الگندی، ۲۰۰۱).

مورنو و همکاران (۱۹۹۶) نشان دادند که کاربرد کمپوست سبب افزایش معنی دار عملکرد جو بهاره شد. آنان پیشنهاد کردند بهترین سطح کمپوست در خاک رسی ۱۱ و در خاک شنی ۳۴ مگا گرم در هکتار بود که سبب افزایش رشد جو و بهبود خصوصیات خاک گردید.

مینگوچو و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند با کاربرد کمپوست عملکرد جو در خاک لوم سیلتی و لوم رسی سیلتی افزایش یافت. مورنو و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند سطوح بالای کمپوست به دلیل داشتن کادمیم زیاد سبب کاهش عملکرد دانه جو بهاره شد و لی بر وزن ماده خشک گیاه اثر معنی داری نداشت. تحقیقات هالینن و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که با افزایش سطوح کمپوست وزن ماده خشک جو افزایش معنی داری یافت به طوری که به ترتیب با کاربرد ۲۰ و ۸۰ تن در هکتار، ۱۰ و ۴۶ درصد افزایش عملکرد به دست آمد. هم چنین با کاربرد کمپوست فعالیت آنزیم های خاک افزایش معنی داری یافت.

۲-۹-۱-۲- وزن هزار دانه:

کمپوست با قابلیت حفظ بیشتر رطوبت و عناصر در محلول خاک که به تدریج عناصر را در اختیار گیاه قرار می دهد، برای گیاه شرایط مطلوبی را ایجاد کرده، کیفیت افزایش یافته و حفظ سطح سبز باعث افزایش سرعت فتوسنتز و متعاقب آن افزایش وزن هزار دانه می گردد (ملکوتی، ۱۳۷۸).

عبدالصبور و ابوالسعود (۱۹۹۶) گزارش کردند که اضافه کردن کمپوست موجب افزایش میزان کلروفیل برگ می شود. در اثر افزایش کلروفیل به طور طبیعی فتوسنتز هم افزایش خواهد یافت که این افزایش منجر به افزایش تولید شیره پرورده و افزایش سرعت پر شدن دانه و در نتیجه افزایش عملکرد دانه کنسروی و به تبع آن افزایش عملکرد بلال تر خواهد شد. کمپوست قادر است تمامی مواد غذایی ماکرو مورد نیاز رشد گیاه را تا حدودی تأمین نماید.

استفاده از کمپوست به افزایش ماده آلی، عناصر معدنی، بهبود ساختمان خاک و عملکرد دانه منتهی می شود (محمدی و همکاران، ۲۰۰۷، کارتنی و مولن، ۲۰۰۸).

کمپوست با ایجاد شرایط مطلوب رطوبتی و میکروبی و گوگرد با کاهش pH شرایط را برای جذب بیشتر عناصر و رشد مطلوب فراهم نموده و از طرفی با افزایش ارتفاع و ذخیره ساقه، وزن دانه و عملکرد دانه نیز به دلیل افزایش سهم انتقال مجدد در زمان پر شدن دانه ها افزایش می یابد (گودرزی ۱۳۸۹، نجف زاده ۱۳۸۷).

تأثیر کمپوست در اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نیز می تواند موجب افزایش عملکرد ماده خشک و دانه شود (محمدیان و ملکوتی، ۲۰۰۲).

گودرزی در سال (۱۳۸۹) با بررسی اثرات گوگرد و کمپوست بر افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی خاک، افزایش جذب عناصر توسط گندم و همچنین افزایش عملکرد گندم در خاک های شدیداً آهکی منطقه گچساران نشان داد که مصرف گوگرد عملکرد محصول دانه گندم را به میزان ۱۹۰ کیلوگرم در هکتار (۳/۶ درصد) و مصرف توأم گوگرد و کمپوست عملکرد دانه را به میزان ۳۳۰ کیلوگرم در هکتار (۸/۴ درصد) نسبت به شاهد افزایش دادند.

هارگریوز و همکاران (۲۰۰۸) برخی از اثرات مثبت کمپوست را به عنوان کود زیستی در رشد و بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه کلزا نشان دادند.

بررسی ها نشان داده اند که استفاده از کودهای زیستی کمپوستی و غیر کمپوستی باعث افزایش عملکرد دانه در گیاه می گردد (بابائیان و همکاران، ۲۰۱۱).

علاوه بر عناصر غذایی و مواد آلی، کمپوست دارای مقادیر زیادی مواد هیومیکی می باشد، که این مواد از طریق بهبود زیست فراهمی عناصر غذایی خاص، بویژه آهن و روی (چن و همکاران، ۲۰۰۴) و اثر مستقیم بر متابولیسم گیاهی (ناردی و همکاران، ۲۰۰۲) باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می گردند (تاتورا، ۲۰۱۰).

بیشترین میزان تعداد پنجه ها و عملکرد دانه جو بهاره ۲۵ در صد در بالاترین سطح کمپوست در تحقیقات کرکوک و همکاران (۱۹۹۸) به دست آمد.

هالینن و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند با افزایش سطوح کمپوست در خاک میزان عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت اما میزان نیتروژن کمپوست به قدری نبود که بتواند تمام نیتروژن مورد نیاز جو را تأمین کند و نیازمند افزودن مکمل کود شیمیایی بود.

۲-۱۰- تأثیر کمپوست بر خصوصیات فیزیولوژیکی گیاهان:

۲-۱۰-۱- مقاومت گیاهان نسبت به خشکی با افزایش کارایی مصرف آب:

کمپوست به صورت مخلوط با خاک ممکن است تبخیر را کاهش دهد و سبب افزایش ذخیره آب گردد (شکور و همکاران، ۱۹۸۷). کمپوست سطحی نیز تبخیر را کاهش و ذخیره آب را افزایش می دهد (تد و همکاران، ۱۹۹۱، موحدی نائینی و کوک، ۲۰۰۰). مواد آلی به صورت مخلوط با خاک در برخی موارد باعث کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می شود (کوریه لینی، ۱۹۹۹). در تحقیقی کوریه لینی (۱۹۹۹) نشان داد که کمپوست سطحی در شرایط مزرعه درجه حرارت ماکزیمم را کاهش و درجه حرارت مینیمم آن را افزایش داده و باعث کاهش نوسانات حرارتی می گردد.

کاهش تبخیر از سطح کمپوست سطحی بوسیله شکور و همکاران (۱۹۸۷) گزارش شده است. موحدی و کوک (۲۰۰۰) برتری کمپوست سطحی را نسبت به مخلوط درکاهش تبخیر تأیید می نمایند.

در تحقیقی نشان داده شد که افزایش رشد گیاه در شرایط تنش خشکی به دلیل بهبود حاصله در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در نتیجه کاربرد کودهای زیستی کمپوست و ورمی کمپوست می باشد (رهبریان و همکاران، ۲۰۱۰).

کمپوست می تواند ۲ تا ۶ برابر خود آب نگهداری نموده و از هدر رفتن آن جلوگیری کند. به خاک رنگ تیره داده و به جذب حرارت و گرم نگه داشتن خاک کمک می کند. افزایش کمپوست و مواد آلی خاک قابلیت حفظ و نگهداری آب خاک افزایش پیدا کرده، در نتیجه آب بیشتری در دسترس گیاه قرار می گیرد (خاوازی و همکاران، ۱۳۸۴ و ملکوتی ۱۳۷۸).

۲-۱۰-۲- تعدیل pH

در آزمایشی مینارد (۱۹۹۵) نشان داد که افزودن کمپوست به میزان ۵ تن در هکتار به مدت سه سال pH خاک را از ۵/۸ به ۶/۴ افزایش می دهد.

با مصرف کمپوست، pH خاک به میزان ۰/۸ و ۱/۴ افزایش یافت (مینارد، ۱۹۹۵). تأثیر مثبت مصرف کمپوست بر روی خصوصیات شیمیایی خاک از قبیل کاهش pH و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی گزارش شده است (مینارد، ۱۹۹۵).

محمدی نیا (۱۳۷۴) گزارش داد که افزودن شیرابه کمپوست به خاک، باعث افزایش منگنز قابل جذب در خاک متناسب با مقدار شیرابه می شود. وی علت این افزایش را خاک در اثر pH اضافه شدن مستقیم منگنز به خاک و کاهش مصرف شیرابه کمپوست دانست.

آریابد و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که با کاربرد شیرابه کمپوست، عملکرد وزن ماده خشک اندام هوایی و غلظت روی در ذرت افزایش، ولی غلظت مس گیاه کاهش یافت. آنان هم چنین نشان

دادند که در نتیجه مصرف شیرابه کمپوست pH خاک کاهش یافت ولی قابلیت هدایت الکتریکی pH خاک و غلظت سدیم و پتاسیم قابل استفاده گیاه افزایش نشان داد. کاربرد کمپوست و یا شیرابه کمپوست تأثیر معنی داری بر خاک لوم رسی و شنی نداشت.

مینارد (۱۹۹۵) گزارش کرد با کاربرد کمپوست میانگین pH خاک اسیدی از ۵/۹ به ۶/۳ و از ۵/۴ به ۵/۸ افزایش یافت. او علت را معدنی شدن کربن و به دنبال آن تولید یون های هیدروکسیل توسط لیگاندهای تبادلی و تولید کاتیون های بازی بیان کرد.

۲-۱۰-۳- ایجاد توازن در عناصر غذایی:

کمپوست دارای عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاهان می باشد که این مواد را به تدریج آزاد و در اختیار گیاهان قرار می دهد. ذرات هوموس ترکیبات ازت کربن اسید فولیک حاصل از کمپوست دارای خاصیت جذب کنندگی شدید می باشد که عناصر غذایی را به خود جلب نموده و به آسانی در اختیار گیاهان قرار می دهد.

با ایجاد شرایط مطلوب برای بوته و فراهمی عناصری مانند نیتروژن توسط کمپوست روند ماده سازی مطلوب گشته و ارتفاع گیاه نیز افزایش می یابد (گودرزی، ۱۳۸۹).

طبق بررسی های انجام شده کمپوست دارای بیش از ۱/۵ درصد نیتروژن است که می تواند منبع مناسبی برای استفاده گیاهان باشد. همچنین کمپوست می تواند بخشی از نیاز گیاه به فسفر را تأمین نماید (مورنو، ۱۹۹۶).

یافته های ساهنی و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که کاربرد کمپوست درصد گوگرد و نیتروژن دانه را افزایش می دهد.

در تحقیقی که طی ۶ سال با مصرف کمپوست، بر روی تناوب گندم و ذرت و چغندر قند انجام گرفته نشان داد که عنصر روی در دانه گندم و مس در چغندر قند افزایش یافته است. با این حال عناصری مانند کادمیوم و کروم و نیکل هیچگونه افزایشی در محصول نشان ندادند (کوریه لینی، ۱۹۹۹).

کاربرد کمپوست سبب افزایش قابلیت استفاده عناصر روی و مس در مرحله اول و عناصر آهن و منگنز در مرحله دوم در خاک شده و غلظت عناصر مذکور در گیاه نیز افزایش یافت (رحیمی، ۱۳۷۱).

هو و بارکر (۲۰۰۴) نشان دادند که کمپوست ضایعات کشاورزی باعث جذب مقادیر بالایی از عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در برگ گوجه فرنگی می گردد.

در پژوهشی نشان داده شد که افزایش مقادیر جذب نیتروژن احتمالاً به دلیل مقدار بالاتر کمپوست می باشد (هو و بارکر، ۲۰۰۴).

چن و وارن (۲۰۰۰) گزارش دادند که استفاده از کمپوست باعث افزایش جذب آهن در دو گیاه پیاز و سویا در یک خاک آهکی شده است. آن ها دلیل این امر را وجود کلات کننده های آهن دانستند که به وسیله میکروارگانیزم های موجود در کمپوست تولید و سبب افزایش جذب آهن در گیاه می شود.

در مورد تأثیر کمپوست بر افزایش جذب روی نیز مشیری و مفتون (۱۳۸۰) گزارش دادند که کاربرد کمپوست در گیاه اسفناج باعث افزایش میانگین غلظت روی و سرب گردیده است.

کانتنی و مولن (۲۰۰۸) گزارش دادند که استفاده از شیرابه کمپوست در دو گیاه اسفناج و برنج باعث افزایش غلظت عناصری چون آهن، منگنز، روی و مس گردید که افزایش روی، مس و سرب در برنج به دلیل وجود شرایط احیایی محسوس تر بوده است.

مورنو و همکاران (۱۹۹۶) گزارش کردند که با افزایش سطوح کمپوست، غلظت نیتروژن و فسفر جو و خاک نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. همچنین آنان نشان دادند با کاربرد کمپوست، جذب کادمیم و روی توسط گیاه به مقدار قابل توجهی افزایش یافت و مقدار جذب شده با غلظت آن ها در خاک همبستگی قوی داشت. آنان همچنین اظهار داشتند مس در خاک به دلیل ایجاد کمپلکس با ماده آلی، به مقدار کمی جذب گیاه شد و مقدار جذب شده توسط گیاه با غلظت مس خاک همبستگی نداشت.

کانتنی و مولن (۲۰۰۸) گزارش کردند که کاربرد کمپوست سبب افزایش مس و روی در گیاه شد که با عملکرد جو همبستگی بالایی نشان داد، اما سطوح بالای کمپوست سبب کاهش غلظت آهن موجود در گیاه شد.

هورست و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند با کاربرد کمپوست غلظت نیتروژن، فسفر و آهن در جو بهاره نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی دار یافت. غلظت کادمیم و سرب اندام هوایی جو بهاره در خاک لوم رسی و شنی توسط دستگاه جذب اتمی قابل اندازه گیری نبود و در حد تشخیص دستگاه (به ترتیب ۰/۰۳ و ۰/۳ میلی گرم در کیلوگرم برای کادمیم و سرب) گزارش شد.

مورنو و همکاران (۱۹۹۶) اظهار داشتند با کاربرد کمپوست غلظت نیتروژن نیتراتی و فسفر قابل استفاده در مقایسه با تیمار شاهد افزایش معنی دار نشان داد. مینگچو و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند با کاربرد کمپوست غلظت نیتروژن، روی، مس، کادمیم و سرب در خاک لوم سیلتی و لوم رسی سیلتی نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی دار یافت.

رضوی طوسی (۱۳۸۰) نشان داد با کاربرد شیرابه کمپوست غلظت آهن، منگنز، روی و مس در خاک و برنج نسبت به تیمار شاهد به طور معنی داری افزایش یافت.

کبیری نژاد و همکاران (۲۰۰۷) مطالعه ای را روی گیاه ذرت انجام دادند. کاربرد ۵۰ تن در هکتار کود کمپوست در مقایسه با کود دامی باعث افزایش معنی دار غلظت های کل و قابل عصاره گیری با DTPA سرب در خاک رسی و مقدار سرب ریشه و ساقه شد.

ابطحی و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی دیگری که در جهت بررسی تأثیر کوتاه مدت کمپوست زباله شهری بر مقدار روی و مس در خاک و گیاه ذرت انجام شد مشاهده گردید که بیشترین غلظت روی و مس جذب شده در تیمارهایی که بیش از ۵۰ تن در هکتار کود کمپوست دریافت کرده بودند، به طور معنی داری بیشتر از شاهد و تیمار مصرف کود شیمیایی بود.

علت بازده بالای فسفر در شیرابه کمپوست وجود ماده آلی در شیرابه آن است. اثر کودهای آلی و مواد اسیدزا مانند گوگرد pH و همچنین در افزایش بازده کودهای فسفره می باشد (اسکندری و همکاران، ۱۳۷۳، رحیمی، ۱۳۷۱).

آلوز و همکاران (۱۹۹۹) در تحقیقات خود در مورد اثرات کمپوست در یک خاک شنی بر روی گیاه سورگوم نشان دادند که مصرف کمپوست بقایای شهری موجب افزایش غلظت عناصر ریز مغذی مانند آهن در خاک می شود.

در آزمایشی نشان داده شد که با افزایش مقادیر مصرف کمپوست، مقدار عناصر مس، روی و آهن قابل جذب خاک افزایش و منگنز تبادلی خاک کاهش می یابد (مینگو و همکاران، ۱۹۹۸). علت کاهش منگنز با مصرف کمپوست را می توان ناشی از افزایش فعالیت باکتری های اکسید کننده منگنز در خاک با افزایش مواد آلی دانست.

آلوز و همکاران (۱۹۹۹) نیز در بررسی خود افزایش طول بوته گیاه را با استفاده از کمپوست زباله شهری گزارش نمودند، این محققین دلیل این امر را وجود مقادیر زیاد عناصر غذایی بویژه نیتروژن و فسفر در کمپوست زباله شهری دانستند.

۲-۱۱- تأثیر کمپوست بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و حاصلخیزی خاک:

کود آلی کمپوست در خاک های سنگین دانه بندی و تخلل خاک را بهتر می سازد و نفوذ پذیری و تهویه خاک را بهبود می بخشند. در خاک های سبک مانند اسنفج به نگهداری آب و مواد غذایی کمک نموده و از شستشوی آن جلوگیری می کند. اجزای ریز و درشت و مواد معدنی را در بر گرفته و به تشکیل خاک دانه کمک می کند. حالت چسبندگی خاک را کاهش داده و از مقاومت خاک در مقابل ماشین آلات کشاورزی می کاهد و عملیات زراعی با خاک با انرژی کمتری انجام می گیرد (خوشگفتار منش و کلباسی، ۲۰۰۲).

تحقیقات به عمل آمده در خصوص اثرات منابع مختلف کمپوست بر محصولات کشاورزی، همگی حاکی از مفید بودن آن از نظر حاصلخیزی خاک و بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک می باشد که باعث افزایش محصول و قابل کشت کردن بسیاری از نقاط غیر حاصلخیز شده است (مرجوی و همکاران ۲۰۰۲).

خاک های با بافت سنگین علی رغم تأمین رطوبت و عناصر غذایی اغلب از لحاظ فیزیکی بستر مناسبی را برای گیاه فراهم نمی آورند، افزودن کود های آلی نظیر کمپوست باعث بهبود خواص فیزیکی خاک و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می گردد (هاتی و همکاران، ۲۰۰۶).

کمپوست عموماً فعالیت های بیولوژیکی خاک را تشدید نموده و به حاصلخیزی خاک کمک می کند (رابین، ۲۰۰۱). در مطالعه ای کمپوست باعث بهبود حاصلخیزی خاک شد و نیز مقدار روی و مس خاک را افزایش داد، اما کاربرد مقادیر زیاد کمپوست مقدار آهن خاک را کاهش داد (رابین، ۲۰۰۱). کمپوست دارای خاصیت اسیدی است و در جذب بعضی از مواد غذایی غیر محلول نقش اساسی داشته و از فرسایش خاک جلوگیری می کند (مرجوی و همکاران ۲۰۰۲).

هوموس مواد آلی خاک را افزایش داده و بعضی از ویتامین ها، هورمون ها و آنزیم های مورد نیاز را تأمین می کند که این مواد نمی توانند بوسیله کودهای شیمیایی تأمین گردند. در جلوگیری از تغییر اسیدیته خاک همانند یک بافر عمل می کنند. وزن مخصوص ظاهری خاک را به شدت کاهش داده و بنابراین برای خاک های سنگین و رسی بسیار مناسب و مفید است (خوشگفتار منش و کلباسی، ۲۰۰۲).

بررسی های انجام شده در مورد اثرات کمپوست بر خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک نشان داده است که اضافه نمودن کمپوست به خاک باعث افزایش ماده آلی خاک و جذب بهتر عناصر غذایی (کم مصرف و پر مصرف) توسط گیاه و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک می شود. همچنین این تحقیقات اثرات مثبت افزایش ماده آلی و سطوح عناصر غذایی خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک را در

افزودن کمپوست روی عملکرد گیاهان مختلف نشان داده است (خوشگفتار منش و کلباسی، ۱۳۸۱). مصرف کود کمپوست سبب کاهش فرسایش و بالا بردن استقرار و ماندگاری گیاه در اثر تأمین عناصر غذایی در خاک و نیز افزایش فعالیت میکروبی خاک می گردد (الکساندر، ۱۹۹۹).

کمپوست دارای تمام عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان می باشد و از بروز کمبود عناصر در خاک جلوگیری، از نفوذ آب و رسوب عناصر موجود در لایه رویی به عمق زمین هایی که بافت شنی دارند ممانعت می نماید و مهمتر اینکه عناصر متشکله به مرور تجزیه و باعث تقویت خاک و تأمین نیاز طبیعی گیاه می شوند (ملکوتی، ۱۳۸۴).

نتایج تحقیقات دیگری نشان داد که کمپوست ناشی از لجن فاضلاب و کمپوست شهری می تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیائی عرضه شده به چمن باشند (هیگینز، ۱۹۸۴). ماده آلی، کلید حاصلخیزی و باروری خاک است. برای حفظ سطح حاصلخیزی و قدرت تولید یک خاک، میزان ماده آلی آن باید در سطح مناسبی حفظ شود. اصلاح خصوصیات فیزیکی خاک از قبیل افزایش نفوذ و نگهداری آب و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک لوم شنی در اثر مصرف کمپوست مشاهده شد (ملکوتی، ۱۳۸۴).

(بردفورد، ۱۹۷۵) در آزمایش مزرعه ای با مصرف کمپوست، میزان مواد آلی خاک را به میزان ۵/۵ گرم در کیلوگرم خاک افزایش داد. استفاده از کمپوست نه تنها به سود کشاورزی، جنگلکاری، پارک ها و فضای سبز می باشد بلکه راه حلی برای دفع صحیح و استفاده بهداشتی از دور ریزها و تبدیل مواد معدنی به چرخه خاک کشاورزی است (ملکوتی، ۱۳۸۴).

از آنجایی که رشد و نمو گیاه شدیداً وابسته به پارامترهای حاصلخیزی خاک می باشد (هیگینز، ۱۹۸۴) به نظر می رسد که بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی بستر کشت به وسیله کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست (هیگینز، ۱۹۸۴) دلیل افزایش رشد گیاه نسبت به تیمار شاهد می باشد.

استفاده از پسماندها برای تقویت باروری خاک ممکن است باعث تجمع عناصر سنگین در خاک و انتقال این عناصر به گیاه شود. این وضعیت عموماً زمانی اتفاق می افتد که از لجن فاضلاب های صنعتی استفاده گردد (بردفورد، ۱۹۷۵) و یا مقادیر زیادی از کودهای آلی مانند کمپوست زباله به خاک اضافه شود (رحیمی، ۱۳۷۱). اضافه کردن مقدار زیادی شیرابه زباله (محمدی نیا، ۱۳۷۴)، لجن فاضلاب (هیگینز، ۱۹۸۴) و یا کمپوست (رحیمی، ۱۳۷۱) می تواند باعث افزایش شوری خاک شود. اثر شیرابه کمپوست بر کاهش تشکیل سله به دلیل مواد آلی موجود در شیرابه کمپوست و همچنین واکنش اسیدی شیرابه کمپوست است. مواد آلی شیرابه کمپوست، با افزایش پایداری خاکدانه ها و جلوگیری از تخریب آن ها در موقع آبیاری و اسید موجود در شیرابه می توانند باعث کاهش تشکیل سله گردند (محمدی نیا، ۱۳۷۴، ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۳).

کمپوست زباله شهری در زمان کوتاهی عناصر غذایی را به صورت قابل دسترس برای گیاه فراهم کرده، فعالیت میکروبی خاک را تحریک می نماید و در دراز مدت موجب حفظ مخازن عناصر غذایی و مواد آلی خام می گردد (عنابی و همکاران، ۲۰۰۷).

افزودن کمپوست زباله شهری می تواند سبب کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک و بهبود ساختمان سازی خاک شود (عنابی و همکاران، ۲۰۰۷).

خوشگفتار منش و کلباسی (۲۰۰۲) نشان دادند با کاربرد شیرابه کمپوست بیشترین عملکرد برنج در بالاترین سطح (۶۰۰ تن در هکتار) به دست آمد. آنان همچنین گزارش کردند غلظت نیتروژن، فسفر، آهن، منگنز، روی و مس در خاک افزایش یافت که سبب افزایش حاصلخیزی خاک شد.

رحیمی (۱۹۹۰) مصرف مقدار زیاد کود کمپوست باعث افزایش قابلیت هدایت الکتریکی خاک و همچنین افزایش فلزات سنگین در خاک و گیاه دانست و مقدار کم آن را مجاز گزارش کرد.

محققان محیط زیست برای جلوگیری از هر گونه ضرر و زیان و خسارات ناشی از شور شدن یا آلودگی خاک و آب با فلزات سنگین شرایط و استانداردهایی را برای حداکثر مقدار مجاز فلزات سنگین و

همچنین حداکثر مجاز مصرف کودهای کمپوست در کشاورزی تعیین نموده اند (چانگ و همکاران، ۱۹۸۴، پسود، ۱۹۹۲، دیویس و همکاران، ۱۹۹۴).

بطور کلی کمپوست می تواند خصوصیات خاک را بهبود ببخشد و از جمله آنها فرسایش، بالا بردن استقرار و ماندگاری گیاه در اثر تأمین عناصر مغذی در خاک حاوی کمپوست، بشکل آلی در آوردن فلزات سنگین و همچنین بهبود بخشیدن به فعالیت میکروبی خاک می باشند (الکساندر، ۱۹۹۹) و (استراتون و همکاران، ۲۰۰۰).

کمپوست با داشتن ماده آلی فراوان، محل بسیار مناسبی برای رشد و نمو میکروارگانیسم های خاک است. این میکروارگانیسم ها در بهبود ساختمان و تعدیل بافت خاک نقش عمده ای بازی می کنند (بهره مند و افیونی، ۱۳۷۸).

در بسیاری از نظام های کشاورزی پایدار از کمپوست و کودهای آلی جهت بهبود حاصلخیزی خاک و نیز پیشگیری و کنترل آفات و امراض گیاهی استفاده می شود (عباسی، ۲۰۰۲، قربانی و همکاران، ۲۰۰۶).

فصل سوم

مواد

و

روش ها

۳-۱- زمان و محل آزمایش:

این آزمایش در سال زراعی ۹۰-۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود واقع در منطقه بسطام به اجرا در آمد.

۳-۲- موقعیت جغرافیایی شهرستان بسطام:

شهر بسطام در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۶۶ متر است.

۳-۳- شرایط آب و هوایی محل اجرای آزمایش:

مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود در ۷ کیلومتری این شهر و در نزدیکی بسطام واقع شده است. از نظر اقلیمی جزء مناطق سرد و خشک و دارای زمستانی سرد می باشد. در زمستان برودت هوا به ۱۴- درجه سانتی گراد و گرمای هوا نیز در تابستان تا ۴۲ درجه بالای صفر می رسد. نزولات آسمانی در فصل پاییز، زمستان و بهار به صورت باران می باشد. بارندگی از فصل پاییز شروع شده و در فصل زمستان به حداکثر خود می رسد و غالباً تا اواسط فصل بهار از نزولات جوی برخوردار است.

۳-۴- عملیات اجرایی:

۳-۴-۱- نوع و قالب طرح آزمایشی:

آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. هر تکرار شامل ۱۲ کرت بود که با احتساب ۳ تکرار تعداد کل کرت ها ۳۶ عدد بود. عوامل مورد بررسی عبارت بودند از: اسید هیومیک در چهار سطح: H_0 ، H_1 ، H_2 و H_3 به ترتیب ۰، ۸۰۰، ۱۶۰۰ و ۲۴۰۰ میلی لیتر در

هکتار و کمپوست در سه سطح: C_0 ، C_1 ، C_2 به ترتیب ۰، ۲/۵ و ۵ تن در هکتار. نقشه کشت به صورت زیر می باشد:

شکل ۱-۳ نقشه کشت

I	H ^۰	H ^۰	H ^۰	H ^۱	H ^۱	H ^۱	H ^۲	H ^۲	H ^۲	H ^۳	H ^۳	H ^۳
	C ^۰	C ^۱	C ^۲	C ^۰	C ^۱	C ^۲	C ^۰	C ^۱	C ^۲	C ^۰	C ^۱	C ^۲

II	H ^۱	H ^۲	H ^۰	H ^۰	H ^۳	H ^۳	H ^۲	H ^۰	H ^۱	H ^۱	H ^۳	H ^۲
	C ^۰	C ^۲	C ^۰	C ^۲	C ^۰	C ^۲	C ^۰	C ^۱	C ^۲	C ^۱	C ^۱	C ^۱

III	H ^۲	H ^۰	H ^۳	H ^۱	H ^۱	H ^۳	H ^۰	H ^۰	H ^۲	H ^۲	H ^۱	H ^۳
	C ^۲	C ^۰	C ^۱	C ^۰	C ^۲	C ^۰	C ^۲	C ^۱	C ^۰	C ^۱	C ^۱	C ^۲

۳-۴-۲- مشخصات کرت ها:

ابعاد هر کرت آزمایشی ۸×۳ متر در نظر گرفته شده بود که مساحت آن به ۲۴ متر مربع رسید. در هر کرت ۴ ردیف کشت قرار گرفت که فواصل بین ردیف های کشت ۶۰ سانتی متر و فاصله روی ردیف ۲۵ سانتی متر و هر ردیف شامل ۳۲ بوته بود. کشت به صورت جوی پشته و فاصله بلوک ها از یکدیگر ۲ متر بود.

۳-۴-۳- عملیات آماده سازی زمین و اعمال تیمارها:

عملیات آماده سازی زمین با مساعد شدن شرایط آب و هوایی و گاورو شدن زمین در اواخر خرداد ماه سال ۹۰ صورت گرفت. در ابتدا زمین آزمایشی توسط گاواهن برگرداندار شخم زده شد و پس از آن عملیات تسطیح زمین صورت گرفت. به وسیله فاروئر پشته هایی به فاصله ۶۰ سانتی متر ایجاد گردید.

سپس اندازه کرت ها در آن مشخص شد و پس از آن جوی های آبیاری تعبیه گردیدند. به منظور عدم اختلاط آب آبیاری تیمارها با یکدیگر بین هر دو تیمار یک خط نکاشت در نظر گرفته شد و محل تیمارهای مورد نظر به صورت تصادفی مشخص شد. همچنین به منظور عدم اختلاط آب هر تکرار با تکرار بعدی، دو جوی در نظر گرفته شد که یکی از آن ها به منظور تخلیه آب اضافی تکرار بالایی و دیگری به منظور ورود آب از نهر کنار زمین به تکرار بعدی تعبیه شده بود. تیمارهای مورد استفاده کمپوست و اسید هیومیک بودند که هر دو از شرکت بازرگان کالا خریداری شده بودند. کمپوست قبل از کاشت به شکل ردیفی طبق مقادیر تعیین شده برای هر تیمار به خاک تمام کرت های مورد نظر اضافه و به طور کامل با خاک مخلوط شدند. یک ماه پس از کاشت یعنی زمانی که بوته ها در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی بودند اولین محلول پاشی اسید هیومیک صورت گرفت و این عمل به فاصله ۲۱ روز یکبار تا سه مرتبه صورت گرفت. محلول پاشی توسط سمپاش موتوری صورت می گرفت. قبل از محلول پاشی یک تکرار به طور آزمایشی با آب خالص اسپری شد. تا مقدار آب مورد نیاز برای محلول پاشی به دست آید. پس از کالیبراسیون دستگاه سمپاشی، مقادیر تعیین شده اسید هیومیک را در آب حل نموده و محلول پاشی صورت گرفت. در ضمن این نکته حائز اهمیت بود که محلول پاشی در زمانی صورت گیرد که نور شدید خورشید سبب تبخیر این مایع از سطح گیاه نگردد تا این عامل سبب بروز خطا در انجام آزمایش نگردد.

جدول ۱-۳ نتایج تجزیه آنالیز کود کمپوست

۱۰-۲۰	درصد رطوبت
۹۰-۱۱۰	درصد اشباع (WHC)
۷-۷/۵	pH
کمتر از ۶ ds/m	هدایت الکتریکی (EC)
۱۹-۲۲	درصد کربن آلی
۱/۳-۱/۶	درصد نیتروژن آلی
۳۵-۴۰	درصد مواد آلی
۰/۶-۰/۹	درصد سدیم
۰/۹-۱/۵	درصد پتاسیم
۱-۱/۲۲	درصد فسفر
۲-۳	درصد آهن
۱۰۰۰-۱۲۰۰	روی (mg/Kg)

جدول ۲-۳ نتایج تجزیه آنالیز کود اسید هیومیک

۴۰٪	اسید هیومیک
۳۵٪	اسید فولویک
۴-۵	pH
۲-۴٪	نیتروژن
۱٪	فسفر
۱٪	پتاسیم
۹٪	خاکستر
۵٪	رطوبت
۳۴	منگنز
۳۰	سدیم
۰/۴۹	EC(ds/m)
۱۱۰۰	منیزیم
۸۰	روی

۳-۴-۴- کاشت بذر ذرت:

رقم ذرت دانه ای مورد استفاده در این آزمایش هیبرید zp ۴۳۴ بود که بدلیل دوره رشد ۹۰ روزه و زودرس بودن از شرکت بازرگان کالا تهیه گردید. قبل از کاشت تست جوانه زنی بذور در آزمایشگاه صورت گرفت. کاشت بذور در عمق ۳-۵ سانتیمتری و با فاصله روی ردیف ۲۵ سانتیمتر و بین ردیف ۶۰ سانتیمتر در وسط پشته ها انجام شد.

۳-۴-۵- عملیات داشت:

الف- آبیاری: نخستین آبیاری بلافاصله پس از کاشت بذور درون خاک آبیاری سنگینی به صورت نشتی انجام شد به صورتی که پشته ها کاملاً خیس شدند. آبیاری دوم ۷ روز بعد و آبیاری های بعدی در طول فصل رشد هر ۱۰ روز یکبار انجام گرفت.

ب- واکاری: بعد از جوانه زنی و ظهور گیاه، در نقاطی که سبز شدن بذور با مشکل مواجه شده بود اقدام به واکاری شد.

ج- تنک کردن: با توجه به اهمیت تراکم بوته، تنک کردن در مرحله ۴-۷ برگی گیاهچه ها و باحفظ یک بوته سالم و قوی و حذف دیگر بوته ها اجرا شد.

د- مبارزه با علف های هرز: جهت دفع علف های هرز روی خطوط کاشت و بین ردیف ها هر دو هفته یک بار وجین به وسیله کارگر انجام گرفت.

۳-۴-۶- نمونه برداری و اندازه گیری ها:

به منظور اندازه گیری وزن خشک ساقه و برگ شش مرتبه نمونه برداری هر ۱۵ روز یک بار صورت گرفت. اولین نمونه برداری ۴۰ روز پس از کاشت صورت گرفت. در زمان نمونه برداری از ابتدا و انتهای هر کرت ۵/ متر به عنوان حاشیه حذف گردید و در هر مرحله نمونه برداری از هر کرت آزمایشی، ۳

بوته به صورت تصادفی از دو ردیف وسط برداشت صورت گرفت به نحوی که بتوانند تا حد زیادی خصوصیات کرت مربوطه را نشان دهند و سپس نمونه ها به آزمایشگاه منتقل شدند. قطع بوته از سطح خاک و از ناحیه طوقه انجام گرفت. به منظور اندازه گیری اجزای عملکرد، زمانی که گیاه کاملاً خشک شده بود بوته ها از ناحیه طوقه بریده شد و قسمت های برگ، ساقه، دانه، بلال و پوشش بلال جدا گردید، نمونه ها در داخل پاکت شماره دار گذاشته شدند و سپس به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد در داخل آون قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند. در آزمایشگاه بوته ها با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. وزن خشک بوته ها و اندام های آن پس از خشک شدن در آون به وزن ثابت، توزین و ثبت شد. جهت تعیین میزان سطح برگ از فرمول (بیشترین طول $\times$ بیشترین عرض برگ $\times 0.75$) استفاده شد.

۳-۴-۷- برداشت نهایی:

بوته ها در انتهای دوره رشد پس از رسیدگی فیزیولوژیکی از مساحت ۱/۵ متر مربع جهت اندازه گیری عملکرد برداشت شدند و سپس به آزمایشگاه انتقال یافتند. در آخرین نمونه برداری برخی صفات مانند تعداد دانه در بلال، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، وزن بلال، عملکرد بیولوژیک، طول بلال، ارتفاع گیاه، شاخص برداشت، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، وزن و قطر چوب بلال نیز اندازه گیری شد.

۳-۵- برآورد شاخص های فیزیولوژی رشد:

شاخص سطح برگ از نسبت کل سطح برگ به سطح زمین پوشش داده شده بدست می آید. به همین منظور با تعیین سطح برگ بوته ها در هر مرحله و با توجه به مساحت نمونه برداری، میزان LAI محاسبه گردید. واژه شاخص سطح برگ توسط واتسون در سال ۱۹۷۴ ارائه گردید و طبق تعریف عبارت است از نسبت سطح برگ گیاه به سطح زمینی که روی آن سایه می اندازد. از آنجا که تشعشع

خورشیدی به طور یکنواختی روی سطح زمین پخش می شود لذا LAI یک معیار تقریبی از مساحت برگ ها در واحد سطح است که تشعشع خورشید برای آنها قابل دسترس می باشد. به عبارت ساده تر، LAI نشان می دهد که در یک متر مربع زمین چند متر مربع برگ وجود دارد. میزان سطح برگ تعیین کننده ظرفیت فتوسنتزی گیاه است و افزایش شاخص سطح برگ به دلیل ارتباط تنگاتنگ و مثبتی که با جذب تشعشع دارد، عملکرد ماده خشک را افزایش می دهد و این همبستگی تا رسیدن به شاخص سطح برگ بحرانی ادامه دارد. ناموکو و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که افزایش سطح برگ تعیین کننده سرعت رشد گیاه و قابلیت رقابت گیاهان در ابتدای فصل رشد می باشد. در واقع افزایش سطح برگ یک عامل مهم سازگاری به منظور استقرار سریع تر قسمت های فتوسنتزی گیاه است که باعث رشد سریع تر و رقابت بهتر با گیاهان همجوار گیاه اصلی می شود. اندازه گیری شاخص سطح برگ در طول دوره رشد گیاه در شش مرحله صورت گرفت.

سرعت رشد محصول نمایانگر میزان ماده خشک تولید شده در واحد سطح زمین در واحد زمان است و از رابطه $CGR = (w_2 - w_1) / (t_2 - t_1)$ حاصل می شود که در آن w_1 و w_2 وزن خشک گیاه در زمان های t_1 و t_2 است (آسکو، ۲۰۰۲). برای محاسبه این شاخص رشد هر ۱۵ روز یکبار نمونه برداری انجام گرفت. بدین صورت که ۳ بوته ذرت که نمایانگر کل کرت بود با حذف حاشیه ها از خطوط میانی واحدهای آزمایشی برداشت شدند و بوته های مذکور در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و پس از ۴۸ ساعت وزن خشک آن ها اندازه گیری شد و سپس با استفاده از رابطه فوق سرعت رشد گیاه برای آن ها محاسبه شد.

سرعت رشد نسبی بیان کننده وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن اولیه در یک فاصله زمانی معین است که در هر بار نمونه برداری طبق معادله زیر محاسبه گردید.

$$RGR = (\ln w_2 - \ln w_1) / (T_2 - T_1)$$

سرعت جذب خالص عبارت است از سرعت تجمع ماده خشک در واحد سطح برگ در زمان معین. در واقع این صفت معیاری از مدل کارایی فتوسنتزی برگ ها در یک جامعه گیاهی می باشد که از تقسیم سرعت رشد محصول بر شاخص سطح برگ در هر بار نمونه برداری محاسبه گردید.

$$NAR=CGR/LAI$$

وزن خشک کل بیانگر کل بیوماس گیاه به صورت خشک می باشد و به عنوان کمیتی که مشخص کننده رشد گیاه است به کار می رود.

۳-۶- تجزیه آماری داده ها:

در این تحقیق تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزارهای MSTATC و SAS انجام شد و سپس مقایسه میانگین صفات مورد بررسی نیز با استفاده از روش آزمون LSD انجام گرفت. نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شدند.

فصل چہارم

نتائج

و

بحث

در این بخش نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین برخی از صفات اندازه گیری شده مورد بررسی قرار گرفته است. صفات اندازه گیری شده شامل عملکرد دانه، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف بلال، تعداد ردیف بلال، وزن بلال، عملکرد بیولوژیک بودند.

۴-۱- نتایج حاصل از تجزیه واریانس:

۴-۱-۱- عملکرد دانه:

نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین سطوح مختلف کمپوست و اسید هیومیک از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد در حالیکه اثر متقابل کمپوست و اسید هیومیک معنی دار نشد. نتایج مقایسه میانگین عملکرد دانه در سطوح مختلف کمپوست نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد دانه (به ترتیب ۹/۳ و ۸/۵ تن در هکتار) با کاربرد ۵ تن کمپوست در هکتار و عدم کاربرد کمپوست بدست آمد. اگر چه بین سطح ۵ تن در هکتار کمپوست با سطوح دیگر اختلاف معنی دار شد ولی بین سطح ۲/۵ تن و عدم مصرف کمپوست اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل ۴-۱). سینگر و همکاران (۲۰۰۴) اظهار داشتند که کاربرد کمپوست میزان کربن آلی، محتوای Na ، K ، Ca ، Mg خاک را افزایش می دهد. اضافه نمودن کودهای آلی علاوه بر تأمین عناصر غذایی با بهبود خواص فیزیکی خاک شرایط مناسبی را برای رشد و توسعه ریشه فراهم می نماید (محمدی و همکاران ۱۳۸۶). کمپوست علاوه بر تأثیر مستقیم بر عملکرد از طریق آزاد کردن عناصر میکرو از طریق بهبود خواص فیزیکی خاک به صورت غیر مستقیم باعث افزایش عملکرد می شود (قصرالدشتی و همکاران، ۱۳۹۰). محمدی و همکاران (۱۳۹۰) نیز نشان دادند که استفاده از کمپوست منجر به افزایش عملکرد دانه در گیاه کلزا شد. سعید نژاد و رضوانی مقدم (۱۳۸۹) نیز بیان کردند که افزایش در اجزاء عملکرد گیاه در اثر افزایش مصرف کمپوست باعث افزایش عملکرد دانه گیاه زیره گردید. لیما و همکاران (۲۰۰۴) با بررسی مقادیر مختلف کمپوست بر روی گیاه ذرت، ۳۰

تن کمپوست در هکتار را برای دستیابی به حداکثر عملکرد مناسب دانستند. نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج گزارش های قبل مطابقت دارد.

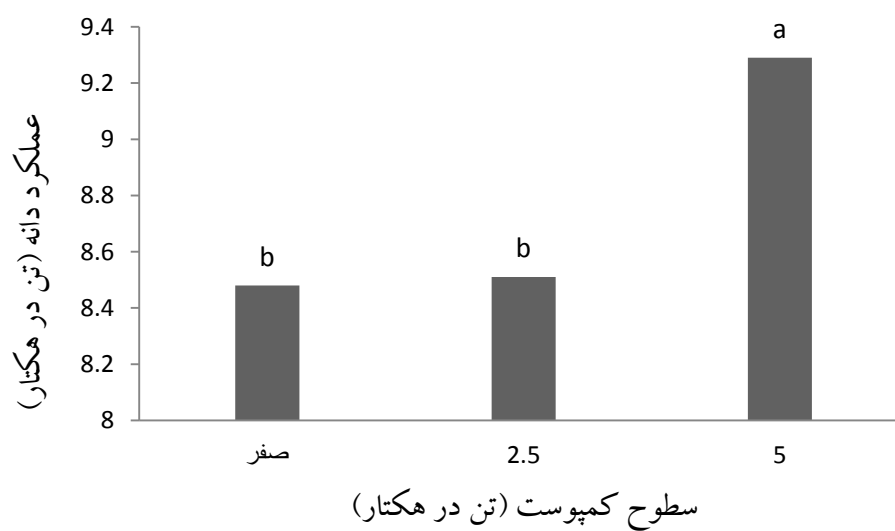
مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش مقدار اسید هیومیک عملکرد دانه نیز به طور معنی داری افزایش یافت. بطوری که بیشترین مقدار عملکرد دانه ($9/37$ تن در هکتار) با مصرف 2400 میلی لیتر در هکتار اسید هیومیک بدست آمد. همچنین مشاهده شد که سطح 800 میلی لیتر اسید هیومیک در هکتار تفاوت معنی داری با سطح صفر (شاهد) نداشت (شکل ۴-۲). اسید هیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ باعث افزایش عملکرد گیاهان می شود (ناردی و همکاران ۲۰۰۲). قربانی و همکاران نیز (۱۳۸۹) بیان کردند که اسید هیومیک سبب تداوم بافت های فتوسنتز کننده شده و عملکرد دانه را افزایش می دهد. یلدریم و همکاران (۲۰۰۷) طی یک تحقیق مزرعه ای، نشان دادند که محلول پاشی بوته های گوجه فرنگی با اسید هیومیک عملکرد را به طور معنی داری ($1/95$ کیلوگرم در هر بوته) افزایش داد. همچنین کیفیت میوه ها با کاربرد این اسید به مراتب بیشتر از شاهد بود.

سبزواری و خزاعی (۱۳۸۸) نیز با بررسی اثر محلول پاشی مقادیر مختلف اسید هیومیک بر روی گندم بیان کردند که با افزایش مقدار این ماده عملکرد دانه نیز افزایش می یابد به طوری که بیشترین مقدار این صفت با کاربرد 300 میلی گرم در لیتر بدست آمد. نتایج حاصل در این تحقیق، نتایج تحقیقات قبل بر روی گیاهان مختلف را تأیید می کند.

جدول ۱-۴ نتایج تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر عملکرد دانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
بلوک (R)	۲	۲۲/۷۸**
کمپوست (C)	۲	۲/۵۴*
اسید هیومیک (H)	۳	۲/۰۶*
C×H	۶	۰/۴۷ ^{n.s}
خطا	۲۲	۰/۵۹
ضریب تغییرات (%)		۱۱

*, **, n.s به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد و غیر معنی دار



شکل ۱-۴ نمودار مقایسه میانگین عملکرد دانه در سطوح مختلف کمپوست



شکل ۲-۴ نمودار مقایسه میانگین عملکرد دانه در سطوح مختلف اسید هیومیک

۲-۱-۴- ارتفاع بوته:

همانطور که نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲-۴) نشان می دهد بین سطوح مختلف کمپوست از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد. مقایسه میانگین ها نشان داد که با افزایش مصرف کمپوست، ارتفاع گیاه نیز افزایش می یابد به طوری که بیشترین ارتفاع بوته (۱۸۱/۲) cm با کاربرد ۵ تن در هکتار کمپوست و کمترین ارتفاع بوته (۱۶۶/۴۱) cm در عدم کاربرد کمپوست (شاهد) حاصل گردید (شکل ۳-۴). اگر چه از نظر آماری بین سطح ۵ تن و ۲/۵ تن اختلاف معنی داری مشاهده نشد ولی بین سطح ۵ تن در هکتار کمپوست و عدم مصرف کمپوست اختلاف معنی دار شد. کمپوست قادر است تمامی مواد غذایی ماکرو مورد نیاز رشد گیاه را تا حدودی تأمین نماید. همچنین این مواد موجب بهبود خواص فیزیکی خاک از جمله چگالی ظاهری، ظرفیت نگهداری آب و ساختمان خاک می شوند. در نتیجه محیط مناسبی را برای رشد گیاه فراهم کرده و موجب افزایش ارتفاع گیاه می شود. قصرالدشتی و همکاران (۱۳۹۰) چهار سطح کمپوست را بر روی ذرت شیرین آزمایش کردند. نتایج آن ها نشان داد که با افزایش مصرف کمپوست ارتفاع گیاه نیز افزایش

می یابد. همچنین نتایج حاصله در این آزمایش با نتایج بدست آمده با کاربرد سطوح مختلف کمپوست بر ارتفاع گیاهان زیره سبز و گندم توسط سعیدنژاد و رضوانی مقدم (۱۳۸۹) مطابقت داشت.

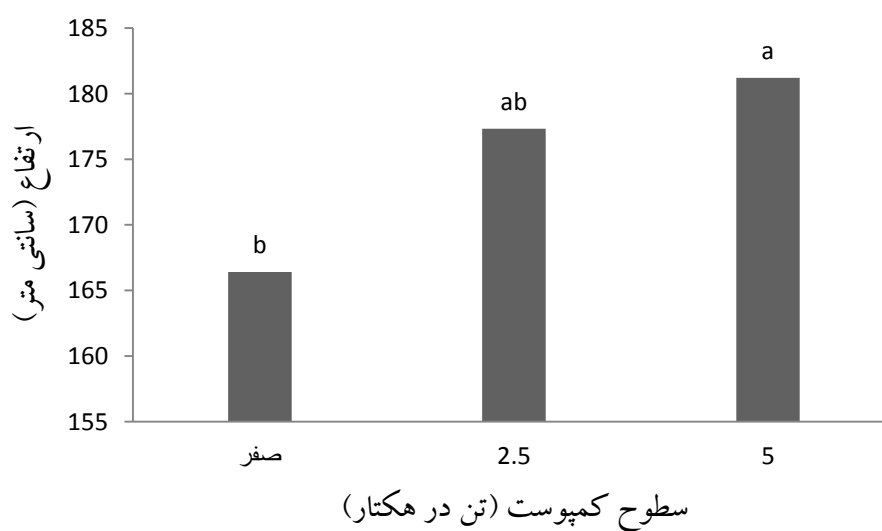
نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین مقادیر مختلف اسید هیومیک از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد (جدول ۴-۲). همانطور که در شکل ۴-۴ مشاهده می شود افزایش در مصرف اسید هیومیک منجر به افزایش ارتفاع بوته شد به طوری که بیشترین ارتفاع (۱۸۰/۷ سانتی متر) و کمترین ارتفاع (۱۶۴/۱ سانتی متر) به ترتیب از سطوح ۲۴۰۰ و صفر (شاهد) میلی لیتر در هکتار بدست آمد. بین عدم مصرف اسید هیومیک و ۱۶۰۰ و ۲۴۰۰ میلی لیتر در هکتار اسید هیومیک اختلاف معنی دار شد اگر چه بین عدم مصرف اسید هیومیک و ۸۰۰ میلی لیتر در هکتار اسید هیومیک اختلاف معنی دار نشد.

اسید هیومیک از طریق اثرات هورمونی (سماوات و ملکوتی، ۱۳۸۴) و با تأثیر بر متابولیسم سلول های گیاهی و همچنین با قدرت کلات کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می شود (ناردی و همکاران، ۲۰۰۲). آياس و گالسر (۲۰۰۵) گزارش کردند که اسید هیومیک از طریق افزایش در محتوای نیتروژن سبب افزایش رشد و ارتفاع می شود. محققان دیگر نیز افزایش ارتفاع را با کاربرد اسید هیومیک بطور منفرد و توأم با تلقیح میکوریز و حتی تحت تنش شوری تأیید می کنند (والدیریگی و همکاران، ۱۹۹۶؛ تاتینی و همکاران، ۱۹۹۱؛ واگان و مالکولم، ۱۹۸۵؛ ترکمن و همکاران، ۲۰۰۵؛ البایراک و کاماز، ۲۰۰۵).

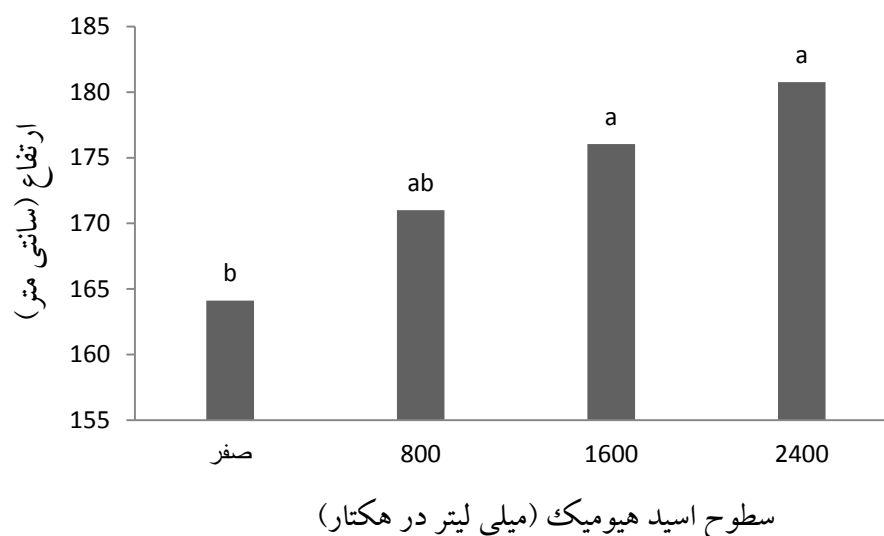
جدول ۴-۲ نتایج تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر ارتفاع بوته

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
بلوک (R)	۲	۴۹۸/۰۵*
کمپوست (C)	۲	۶۸۰/۹۶*
اسید هیومیک (H)	۳	۴۵۸/۵۲*
C×H	۶	۶۸/۰۷ ^{n.s}
خطا	۲۲	۱۴۸/۸۵
ضریب تغییرات (%)		۱۱

*, **, n.s به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد و غیر معنی دار



شکل ۴-۳ نمودار مقایسه میانگین ارتفاع بوته در سطوح مختلف کمپوست



شکل ۴-۴ نمودار مقایسه میانگین ارتفاع بوته در سطوح مختلف اسید هیومیک

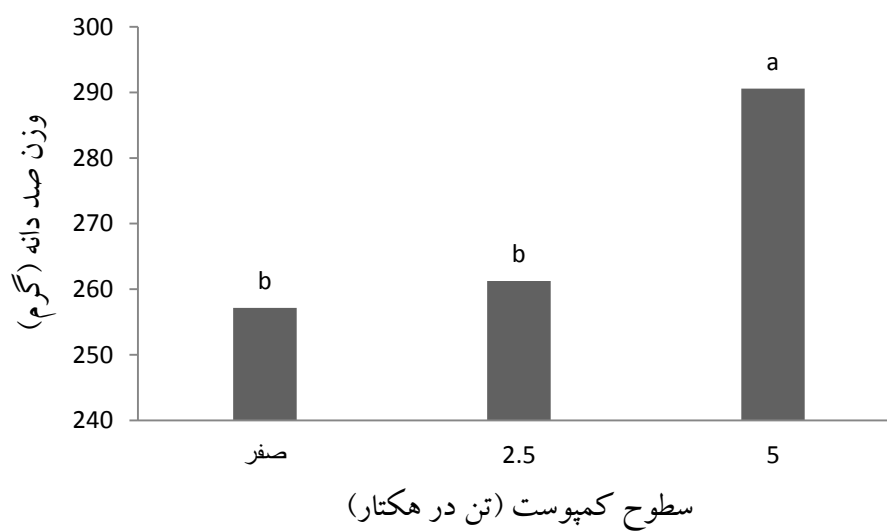
۴-۱-۳- وزن صد دانه:

همانطور که نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳-۴) نشان می دهد بین سطوح مختلف کمپوست از نظر وزن صد دانه اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد ولی بین سطوح مختلف اسید هیومیک اختلاف معنی داری مشاهده نشد. مقایسه میانگین وزن صد دانه نشان می دهد که تفاوت قابل ملاحظه ای بین میانگین های بدست آمده وجود دارد (شکل ۴-۵). حداکثر و حداقل میانگین وزن صد دانه به ترتیب ۲۹۰/۵۸ و ۲۵۷/۱۶ گرم متعلق به سطوح ۵ تن کمپوست در هکتار و شاهد (عدم کاربرد کمپوست) می باشد. سعید نژاد و رضوانی مقدم (۱۳۸۹) طی آزمایشی بر روی زیره سبز گزارش کردند که هیچ یک از تیمارهای اعمال شده تأثیر معنی داری بر وزن صد دانه نداشت ولی بیشترین وزن صد دانه با اعمال تیمار کمپوست حاصل شد. قصرالدشتی و همکاران (۱۳۹۰) نیز بیان کردند که وزن صد دانه ذرت شیرین تحت تأثیر مصرف کمپوست قرار گرفت و با افزایش کاربرد این ماده وزن صد دانه نیز افزایش یافت.

جدول ۳-۴ نتایج تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر وزن صد دانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
بلوک (R)	۲	۴۰۲۴/۰۸**
کمپوست (C)	۲	۳۹۸۷/۵۸**
اسید هیومیک (H)	۳	۷۷۰/۷۴ ^{n.s}
C×H	۶	۶۷/۳۲ ^{n.s}
خطا	۲۲	۳۸۶/۲۹
ضریب تغییرات (%)		۱۰

*, **, n.s به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد و غیر معنی دار



شکل ۴-۵ نمودار مقایسه میانگین وزن صد دانه در سطوح مختلف کمپوست

۴-۱-۴- تعداد دانه در ردیف بلال:

همانطور که در جدول ۴-۴ مشاهده می شود اثر کمپوست بر تعداد دانه در ردیف بلال در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار گردید. مقایسه میانگین صفات نشان داد که با افزایش مصرف کمپوست مقدار این صفت نیز افزایش یافت به نحوی که بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال (۳۷/۳۷) با مصرف ۵ تن کمپوست در هکتار بدست آمد که تفاوت معنی داری با ۲/۵ تن کمپوست در هکتار نداشت. لازم به ذکر است که مصرف ۵ تن کمپوست در هکتار تعداد دانه در ردیف بلال را ۱۷/۱۱ درصد افزایش داد (شکل ۴-۶). گوپیماس و ساها (۲۰۰۸) گزارش کردند، تعداد دانه در سنبله و طول سنبله های گندم به طور معنی داری در شرایط استفاده از مکمل های آلی، افزایش می یابد. رضوان طلب و همکاران (۱۹۹۸) با کاربرد کود آلی هوموسی (کمپوست و ورمی کمپوست) افزایش معنی داری در تعداد دانه در ردیف بلال مشاهده کردند. به عکس نتایج دیگران قصرالدشتی و همکارانش (۱۳۹۰) تفاوت معنی داری در تعداد دانه در ردیف بلال در اثر استفاده از کمپوست مشاهده نکردند که نتایج این تحقیق با مشاهدات قصرالدشتی و همکارانش (۱۳۹۰) در تناقض است، ولی با سایر تحقیقات ذکر شده همخوانی دارد.

همچنین نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۴) نشان می دهد بین مقادیر مختلف اسید هیومیک از نظر تعداد دانه در ردیف بلال اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد. به طوری که محلول پاشی با اسید هیومیک در غلظت ۲۴۰۰ میلی لیتر در هکتار، تعداد دانه در ردیف بلال را ۲۰/۱۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد، همچنین مشاهده شد که مصرف ۸۰۰ و ۱۶۰۰ میلی لیتر در هکتار اسید هیومیک تفاوت معنی داری با عدم کاربرد (شاهد) این ماده نداشت و در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۷).

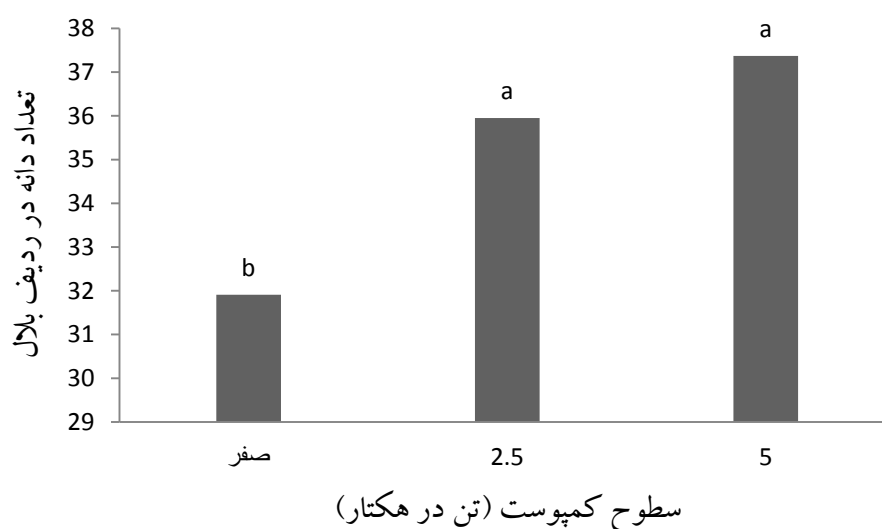
هانوی (۱۹۹۲) معتقد است که تعداد دانه در ردیف بلال یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه است و تأثیر مثبت افزایش عناصر غذایی در بهبود عملکرد دانه بیشتر از طریق افزایش تعداد دانه در ردیف

است. در بسیاری از تحقیقات آمده است که مواد هیومیک می توانند در گیاه تغییرات شیمیایی ایجاد نموده و تعادل محرک های رشد را تحت تأثیر قرار دهند (ناردی و همکاران ۲۰۰۲). قربانی و همکاران (۱۳۸۹) نیز گزارش کردند که کاربرد اسید هیومیک منجر به افزایش تعداد دانه در ردیف بلال شد.

جدول ۴-۴ نتایج تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر تعداد دانه در ردیف بلال

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
بلوک (R)	۲	۲۲۱/۵۸ ^{**}
کمپوست (C)	۲	۹۶/۲۷ [*]
اسید هیومیک (H)	۳	۷۴/۳۲ [*]
C×H	۶	۷/۵۳ ^{n.s}
خطا	۲۲	۲۱/۲۸
ضریب تغییرات (%)		۱۵/۲

*, **, n.s به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد و غیر معنی دار



شکل ۴-۶ نمودار مقایسه میانگین تعداد دانه در ردیف بلال در سطوح مختلف کمپوست



شکل ۴-۷ نمودار مقایسه میانگین تعداد دانه در ردیف بلال در سطوح مختلف اسید هیومیک

۴-۵- تعداد ردیف دانه بلال:

تعداد ردیف نسبت به سایر اجزاء عملکرد حساسیت کمتری نسبت به تغییرات شرایط محیطی نشان می دهد (مرعشی، ۱۳۷۵). نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که هیچ یک از تیمارهای مورد بررسی تأثیر معنی داری بر روی تعداد ردیف دانه در بلال نداشت (جدول ۴-۵). نتایج به دست آمده توسط قربانی و همکاران (۱۳۸۹) و قصرالدشتی و همکاران (۱۳۹۰) نیز نتایج ما را تأیید می کند.

جدول ۴-۵ نتایج تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر تعداد ردیف دانه بلال

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
بلوک (R)	۲	۱۵۷/۱۵ ^{**}
کمپوست (C)	۲	۰/۴۴ ^{n.s}
اسید هیومیک (H)	۳	۰/۰۰۷ ^{n.s}
C×H	۶	۰/۲۹ ^{n.s}
خطا	۲۲	۰/۷۹
ضریب تغییرات (%)		۱۰/۵

*, **, n.s به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد و غیر معنی دار

۴-۱-۶- تعداد دانه در بلال:

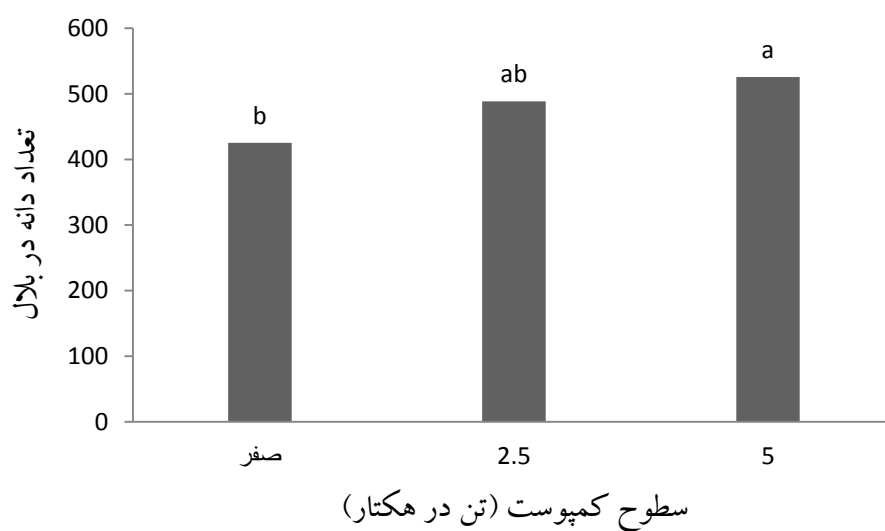
تعداد دانه در بلال تابعی از تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف در بلال است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تعداد دانه در بلال به طور معنی داری ($p < 0.01$) تحت تأثیر مقادیر مختلف کاربرد کمپوست قرار گرفته است (جدول ۴-۶). مقایسه میانگین ها نشان داد که با افزایش مقدار کمپوست تعداد دانه در بلال نیز به طور معنی داری افزایش می یابد، به طوری که بیشترین (۵۲۵/۶) و کمترین (۴۲۵/۳) تعداد دانه در بلال به ترتیب از مقادیر ۵ تن در هکتار و عدم کاربرد کمپوست بدست آمد (شکل ۴-۸). لازم به ذکر است که مصرف ۵ و ۲/۵ تن در هکتار کمپوست به ترتیب ۲۳/۵۹ و ۷/۰۷ درصد تعداد دانه در بلال را نسبت به شاهد افزایش دادند. هر چند بین سطح ۲/۵ تن مصرف کمپوست و شاهد اختلاف معنی داری مشاهده نشد. مرادی (۱۳۸۸) نیز افزایش تعداد دانه در بوته ناشی از مصرف کودهای آلی را گزارش کرده است. اثر هیومیک اسید نیز بر روی تعداد دانه در بلال در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد (جدول ۴-۶). مقایسه میانگین در سطوح مختلف اسید هیومیک نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بوته (۵۳۵/۲) از تیمار ۲۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک

در هکتار بدست آمد. همچنین کمترین مقدار این صفت (۴۳۲/۴) از تیمار عدم کاربرد اسید هیومیک (شاهد) بدست آمد که تفاوت معنی داری با تیمار ۸۰۰ میلی لیتر هیومیک اسید در هکتار نداشت (شکل ۴-۹). دورسان و همکاران (۲۰۰۲) بیان نمودند که محلول پای گیاهان توسط مواد هیومیک می تواند تعداد گل های کامل را افزایش داده و در نهایت منجر به افزایش تعداد میوه در بوته شود. سبزواری و خزاعی با بررسی چهار سطح (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی لیتر در هکتار) هیومیک اسید روی گندم بیان کردند که مصرف هیومیک اسید منجر به افزایش تعداد دانه در سنبله شد.

جدول ۴-۶ نتایج تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر تعداد دانه در بلال

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
بلوک (R)	۲	۴۰۴۹۶۳/۹ ^{**}
کمپوست (C)	۲	۳۰۸۸۱/۷ [*]
اسید هیومیک (H)	۳	۱۹۲۰۷/۴ [*]
C×H	۶	۳۰۵۴/۶ ^{n.s}
خطا	۲۲	۶۵۲۷/۶
ضریب تغییرات (/.)		۱۶/۸

***، **، n.s به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد و غیر معنی دار



شکل ۴-۸ نمودار مقایسه میانگین تعداد دانه در بلال در سطوح مختلف کمپوست



شکل ۴-۹ نمودار مقایسه میانگین تعداد دانه در بلال در سطوح مختلف اسید هیومیک

۴-۱-۷- وزن بلال:

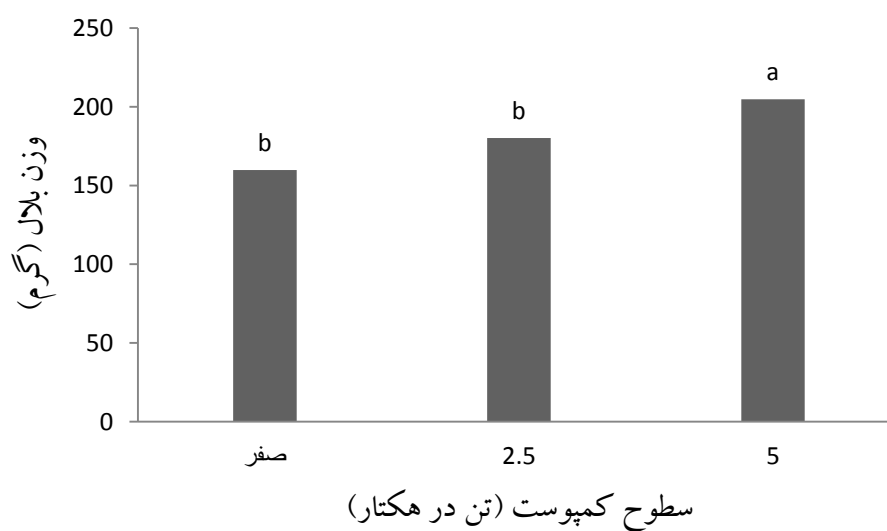
همانطور که در جدول ۷-۴ مشاهده می شود وزن بلال به طور معنی داری ($p < 0.01$) تحت تأثیر کاربرد کمپوست قرار گرفت. مقایسه میانگین ها نشان داد که با افزایش کاربرد کمپوست وزن بلال نیز به طور معنی داری افزایش می یابد. به طوری که بیشترین وزن بلال (۲۰۴/۷۸ گرم) از تیمار ۵ تن کمپوست در هکتار بدست آمد. همچنین کمترین وزن بلال (۱۵۹/۷۹ گرم) از تیمار شاهد بدست آمد. بین ۲/۵ تن در هکتار و شاهد اختلاف معنی داری وجود نداشت ولی در سطح ۵ تن کمپوست توانست ۲۸ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان دهد (شکل ۴-۱۰). کمپوست با افزایش شاخص سطح برگ منجر به افزایش سطح فتوسنتزی شده این افزایش منجر به افزایش تولید شیره پرورده و افزایش سرعت پر شدن دانه و در نتیجه افزایش عملکرد دانه و به تبع آن افزایش عملکرد بلال خواهد شد. تعادل غذایی که در کودهای آلی وجود دارد، باعث بهبود تولید گیاهانی می شود که از سلامتی بیشتری برخوردارند (فوکان، ۱۹۹۳). قصرالدشتی و همکارانش (۱۳۹۰) با بررسی ۵ سطح نیتروژن و ۴ سطح کمپوست بر روی ذرت شیرین دریافتند که با افزایش مصرف کمپوست وزن بلال نیز افزایش می یابد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از آن است که سطوح مختلف اسید هیومیک به طور معنی داری ($p < 0.05$) وزن بلال را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۷-۴). به طوری که بیشترین وزن بلال (۲۰۲/۹ گرم) با کاربرد ۲۴۰۰ میلی لیتر و کمترین آن (۱۶۵/۱ گرم) از تیمار شاهد (عدم استفاده از اسید هیومیک) به دست آمده است، بین شاهد و ۲۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک در هکتار اختلاف معنی داری مشاهده شد در حالیکه بین شاهد و ۸۰۰ و ۱۶۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک در هکتار اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل ۴-۱۱). به نظر می رسد اسید هیومیک با افزایش غلظت هورمون ها و تنظیم کننده های رشد در گیاه و همچنین تأمین عناصر غذایی و جذب سریع آن ها از طریق برگ ها، گیاه را به سمت تولید بیشتر هدایت می کند.

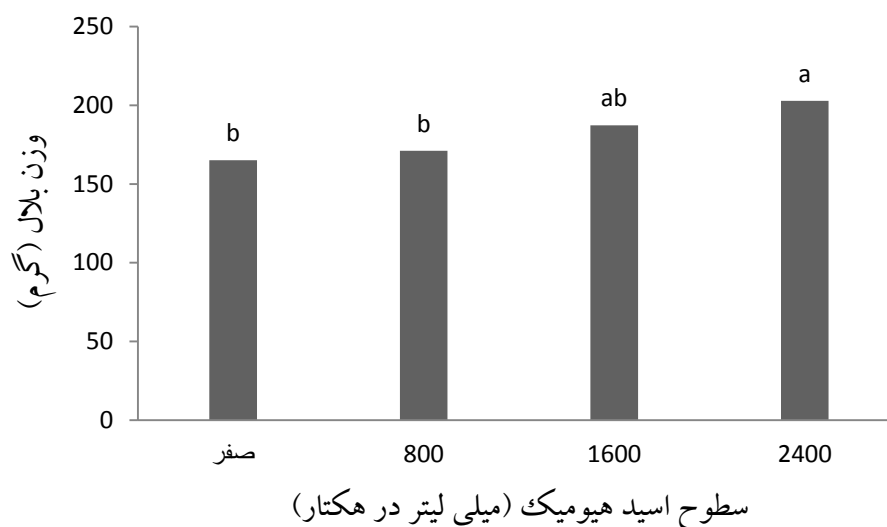
جدول ۴-۷ نتایج تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر وزن بلال

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
بلوک (R)	۲	۳۹۰۹۰ ^{**}
کمپوست (C)	۲	۶۰۸۹ ^{**}
اسید هیومیک (H)	۳	۲۵۸۳/۵ [*]
C×H	۶	۲۴۷/۶ ^{n.s}
خطا	۲۲	۸۵۸/۶
ضریب تغییرات (%)		۱۶/۱۳

*, **, n.s به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد و غیر معنی دار



شکل ۴-۱۰ نمودار مقایسه میانگین وزن بلال در سطوح مختلف کمپوست



شکل ۴-۱۱ نمودار مقایسه میانگین وزن بلال در سطوح مختلف اسید هیومیک

۴-۱-۸- طول بلال:

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد که طول بلال به طور معنی داری ($p < 0.01$) تحت تأثیر سطوح مختلف کمپوست قرار گرفت (جدول ۴-۸). مقایسه میانگین ها نشان داد که با افزایش مصرف کمپوست طول بلال نیز افزایش یافت به طوریکه با کاربرد ۵ و ۲/۵ تن کمپوست در هکتار به ترتیب ۲۳/۸۶ و ۱۰/۷۴ درصد طول بلال افزایش یافت. هر چند افزایش طول بلال فقط در سطح ۵ تن کمپوست در هکتار نسبت به شاهد افزایش معنی داری داشت. همچنین نتایج نشان داد که طول بلال در سطح احتمال ۵٪ تحت تأثیر سطوح اسید هیومیک قرار گرفت (جدول ۴-۸). مقایسه میانگین صفات نشان داد که بیشترین طول بلال (۱۸/۲ سانتیمتر) با کاربرد ۲۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک در هکتار حاصل شد. کمترین طول بلال (۱۴/۷۶) نیز از تیمار شاهد بدست آمد. همچنین مشاهده شد که بین تیمارهای شاهد، ۸۰۰ و ۱۶۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک در هکتار تفاوت معنی داری وجود ندارد بلکه اختلاف معنی دار با شاهد فقط زمانی که از ۲۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک استفاده شد حاصل گردید (شکل ۴-۱۳). تأثیر مثبت اسید هیومیک بر روی رشد و تولید محصولات به نظر می رسد به خاطر افزایش فعالیت هورمون هایی است که در تنفس سلولی، فتوسنتز، فسفوریلاسیون

اکسیداتیو، سنتز پروتئین، آنتی اکسیداسیون و واکنش های آنزیمی مختلف نقش دارند باشد (پینتون و کسکو، ۱۹۹۹). قربانی و همکارانش (۱۳۸۹) طی آزمایشی ۶ سطح اسید هیومیک را بر روی ذرت بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که با افزایش کاربرد اسید هیومیک طول بلال نیز افزایش یافت.

جدول ۴-۸ نتایج تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر طول بلال

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
بلوک (R)	۲	۲۰۹/۶**
کمپوست (C)	۲	۳۷/۲**
اسید هیومیک (H)	۳	۱۹/۱*
C×H	۶	۲/۷ ^{n.s}
خطا	۲۲	۶/۲۳
ضریب تغییرات (/.)		۱۵/۲

*, **, n.s به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد و غیر معنی دار



شکل ۴-۱۲ نمودار مقایسه میانگین طول بلال در سطوح مختلف کمپوست



شکل ۴-۱۳ نمودار مقایسه میانگین طول بال در سطوح مختلف اسید هیومیک

۴-۱-۹- وزن خشک چوب بلال:

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۹) نشان می دهد بین سطوح مختلف کمپوست از نظر وزن خشک چوب بلال اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که افزایش مصرف کمپوست منجر به افزایش عملکرد وزن خشک چوب بلال شد به طوری که بیشترین (۲۴/۲ گرم) و کمترین (۲۰/۷ گرم) وزن خشک چوب بلال به ترتیب از سطوح ۵ تن کمپوست در هکتار و عدم کاربرد کمپوست (شاهد) بدست آمد (شکل ۴-۱۴). همچون صفات قبل در این صفت نیز بین سطح ۲/۵ تن و شاهد اختلاف معنی داری مشاهده نشد. ولی افزایش سطح کمپوست مصرفی به ۵ تن در هکتار موجب افزایش معنی دار نسبت به شاهد گردید.

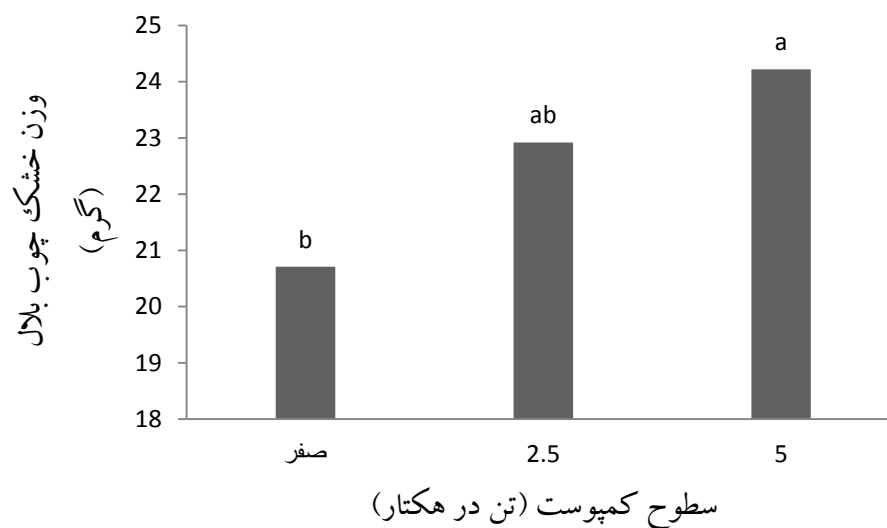
نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین سطوح مختلف اسید هیومیک در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول ۴-۹). با مشاهده شکل ۴-۱۵ معلوم می شود که بیشترین وزن خشک چوب بلال (۲۴/۲ گرم) و کمترین آن (۲۰/۷۶) به ترتیب در سطوح ۲۴۰۰ میلی لیتر در هکتار اسید هیومیک و عدم کاربرد اسید هیومیک (شاهد) به دست آمد، در حالی که میان سطوح ۸۰۰ و ۱۶۰۰

میلی لیتر اسید هیومیک اختلاف معنی داری وجود نداشت. افزایش غلظت اسید هیومیک مصرفی تا ۲۴۰۰ میلی لیتر در هکتار موجب افزایش وزن خشک چوب بلال نسبت به شاهد گردید.

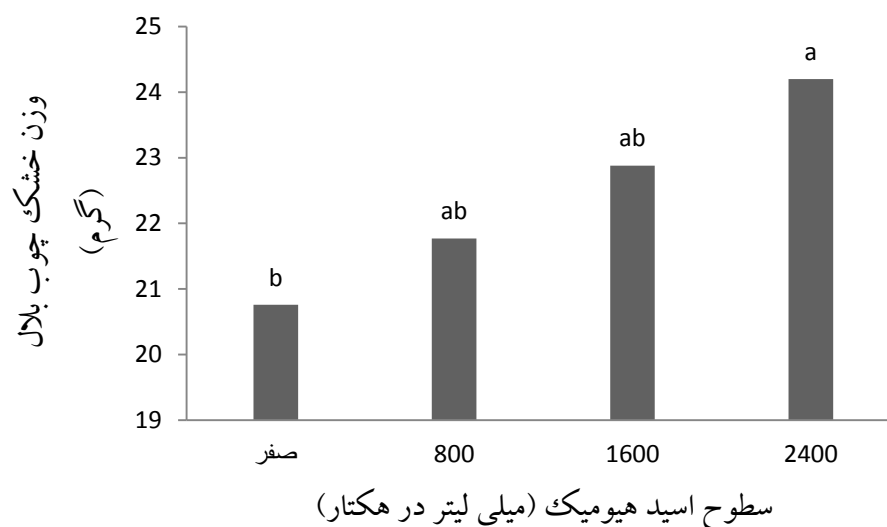
جدول ۴-۹ نتایج تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر وزن خشک چوب بلال

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
بلوک (R)	۲	۲۰۹/۶**
کمپوست (C)	۲	۳۷/۲**
اسید هیومیک (H)	۳	۱۹/۱*
C×H	۶	۲/۷ ^{n.s}
خطا	۲۲	۶/۲۳
ضریب تغییرات (%)		۱۳/۱

*, **, n.s به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد و غیر معنی دار



شکل ۴-۱۴ نمودار مقایسه میانگین وزن خشک چوب بلال در سطوح مختلف کمپوست



شکل ۴-۱۵ نمودار مقایسه میانگین وزن خشک چوب بلال در سطوح مختلف اسید هیومیک

۴-۱-۱۰- قطر چوب بلال:

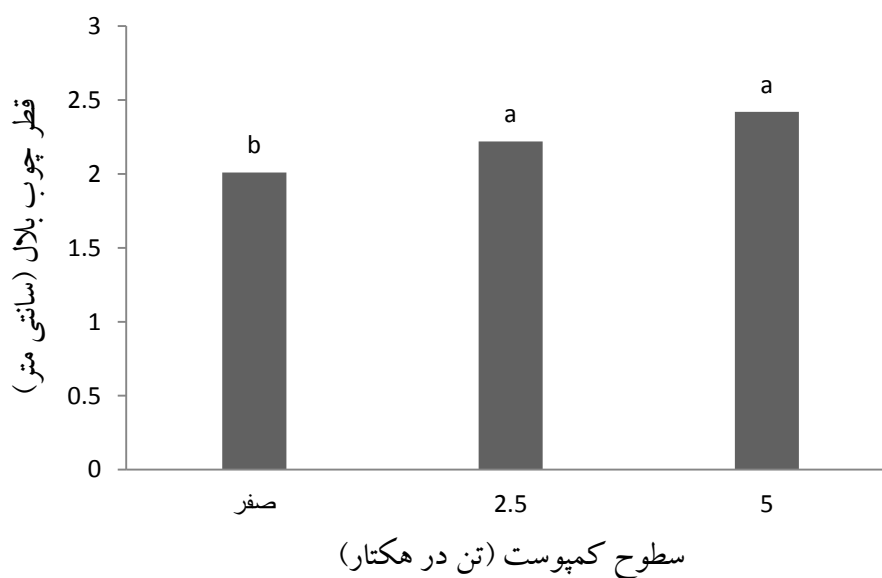
همانطور که جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۱۰) نشان می دهد بین سطوح مختلف کمپوست از نظر قطر چوب بلال اختلاف معنی داری در سطح آماری ۱٪ وجود دارد. نتایج نشان داد که افزایش مصرف کمپوست منجر به افزایش قطر چوب بلال شد به طوری که بیشترین (۲/۴ سانتی متر) و کمترین (۲ سانتی متر) قطر چوب بلال به ترتیب از سطوح ۵ تن کمپوست در هکتار و عدم کاربرد کمپوست (شاهد) بدست آمد. همچنین مشاهده شد که بین سطوح ۵ و ۲/۵ تن کمپوست در هکتار اختلاف معنی داری وجود ندارد (شکل ۴-۱۶).

همچنین مشاهده شد که سطوح مختلف اسید هیومیک نیز در سطح احتمال ۵٪ بر روی قطر چوب بلال معنی دار شد (جدول ۴-۱۰). مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین (۲/۴ سانتی متر) و کمترین (۱/۹) قطر چوب بلال از تیمارهای ۲۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک و عدم کاربرد اسید هیومیک (شاهد) بدست آمد. از طرفی مشاهده شد که بین سطوح ۲۴۰۰ و ۱۶۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک تفاوت معنی داری وجود ندارد (شکل ۴-۱۷).

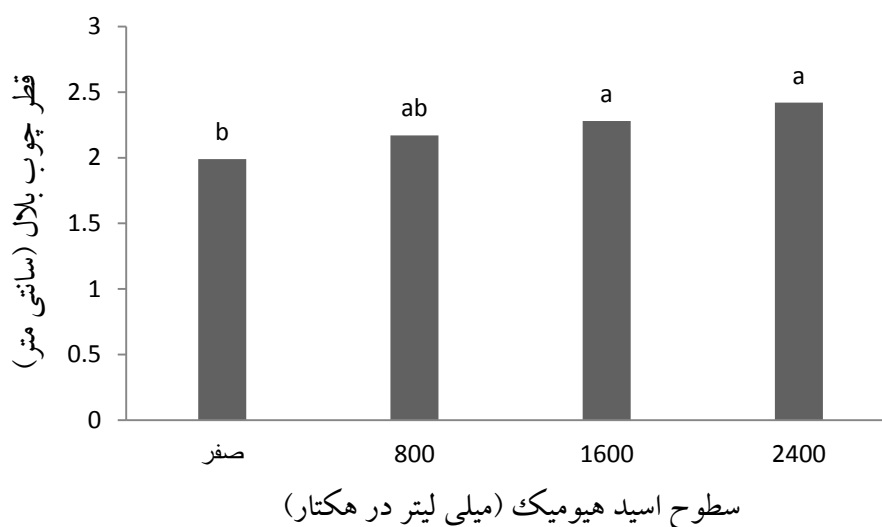
جدول ۴-۱۰ نتایج تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر قطر چوب بلال

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
بلوک (R)	۲	۲/۱۳**
کمپوست (C)	۲	۰/۵**
اسید هیومیک (H)	۳	۰/۲۸*
C×H	۶	۰/۰۵ ^{n.s}
خطا	۲۲	۰/۰۶
ضریب تغییرات (%)		۱۳/۲

*, **, n.s به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد و غیر معنی دار



شکل ۴-۱۶ نمودار مقایسه میانگین قطر چوب بلال در سطوح مختلف کمپوست



شکل ۴-۱۷ نمودار مقایسه میانگین قطر چوب بلال در سطوح مختلف اسید هیومیک

۴-۱-۱۱- عملکرد بیولوژیک:

همانطور که جدول تجزیه واریانس (جدول ۴-۱۱) نشان می دهد بین سطوح مختلف کمپوست و اسید هیومیک از نظر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ وجود دارد. مقایسه میانگین ها نشان داد که کاربرد ۵ تن کمپوست در هکتار عملکرد بیولوژیک را ۱۲/۹۷ درصد (۲/۵۴ تن در هکتار) افزایش داد که تفاوت معنی داری با سطح ۲/۵ تن کمپوست در هکتار نداشت (شکل ۴-۱۸). از طرفی مشاهده شد که کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک از تیمار شاهد (عدم کاربرد کمپوست) بدست آمد. افزایش عملکرد بیولوژیک در اثر کاربرد کمپوست می تواند به دلیل وجود عناصر مختلف در کمپوست باشد که در چرخه های فتوسنتزی حضور داشته و در نتیجه باعث افزایش فتوسنتز می شوند. از سوی دیگر کمپوست به دلیل افزایش ماده آلی خاک، وزن مخصوص ظاهری خاک را کاهش داده و ظرفیت نگهداری آب خاک را افزایش می دهد و به این ترتیب عملکرد افزایش می یابد. اضافه کردن کمپوست موجب افزایش کلروفیل برگ می شود (عبدالصبور و ابوالسعود ۱۹۹۶) در اثر افزایش کلروفیل به طور طبیعی فتوسنتز هم افزایش خواهد یافت که این افزایش منجر به افزایش عملکرد خواهد شد. در آزمایشی ارهات و همکاران (۲۰۰۵) تمام تیمارهای حاوی کمپوست به

دست آمده از بقایای کشاورزی افزایش عملکرد گیاهان زراعی را نسبت به شاهد نشان دادند. آن ها دریافتند که در خاک های حاصلخیز اثر کمپوست کم است ولی در طول زمان افزایش می یابد. سعید نژاد و رضوانی مقدم (۱۳۸۹) بیان کردند که کاربرد کود های آلی منجر به افزایش عملکرد زیره سبز شد.

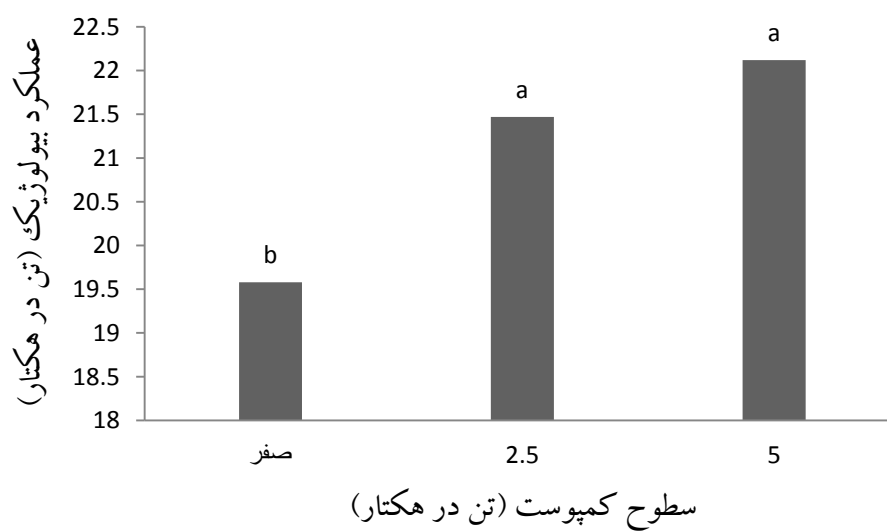
این تأثیر برای سطوح اسید هیومیک نیز صادق بود به نحوی که کاربرد ۸۰۰، ۱۶۰۰ و ۲۴۰۰ میلی لیتر در هکتار اسید هیومیک، عملکرد بیولوژیک به ترتیب ۵/۴، ۹/۹ و ۱۴/۸ درصد در مقایسه با شاهد افزایش پیدا کرد، اما بین سطوح ۱۶۰۰ و ۲۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک از لحاظ آماری اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل ۴-۱۹).

آیاس و گالسر (۲۰۰۵) گزارش کردند که اسید هیومیک از طریق افزایش در محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد، ارتفاع و به تبع آن عملکرد بیولوژیک می شود. نتایج تحقیقات دورسان و همکاران (۲۰۰۲) نشان داد که کاربرد مواد هیومیک به صورت خاک مصرف و محلول پاشی قادر است عملکرد گیاه را به طور معنی داری افزایش دهد. قربانی و همکاران (۱۳۸۹) نیز بیان کردند که با افزایش مصرف اسید هیومیک عملکرد بیولوژیک نیز افزایش می یابد. در مطالعه دیگری اسید هیومیک سبب افزایش فسفر و نیتروژن در گیاه بنت گراس شده و تجمع ماده خشک را افزایش داد (مکوویاک و همکاران، ۲۰۰۱). محققان دیگر نیز نتایج بدست آمده توسط ما را تأیید می کنند (تاتینی و همکاران، ۱۹۹۱؛ والدیریگی و همکاران، ۱۹۹۶؛ واگان و مالکولم، ۱۹۸۵).

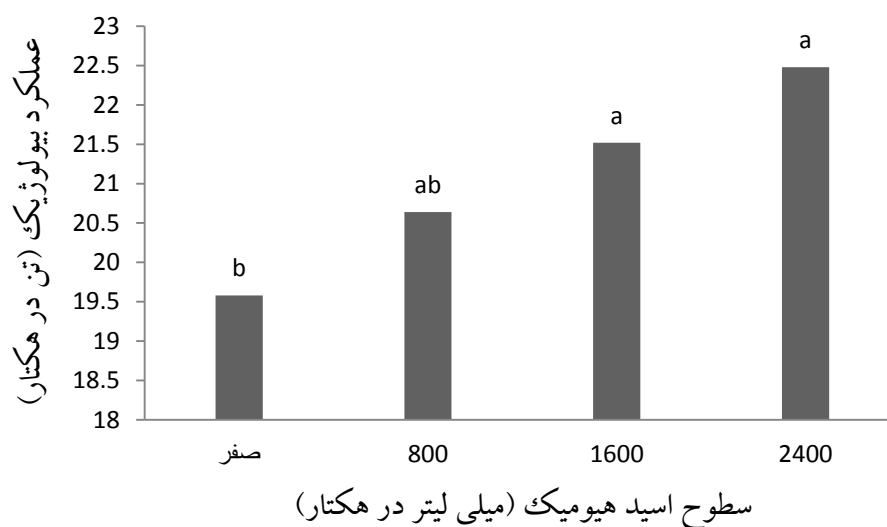
جدول ۴-۱۱ نتایج تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر عملکرد بیولوژیک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
بلوک (R)	۲	۵۳/۵۵ ^{**}
کمپوست (C)	۲	۲۰/۷۷ [*]
اسید هیومیک (H)	۳	۱۳/۷۸ [*]
C×H	۶	۱/۳۴ ^{n.s}
خطا	۲۲	۳/۷۴
ضریب تغییرات (%)		۱۱/۲

*, **, n.s به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد و غیر معنی دار



شکل ۴-۱۸ نمودار مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف کمپوست



شکل ۴-۱۹ نمودار مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف اسید هیومیک

۴-۱-۱۲- شاخص برداشت:

شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک به دست می آید. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها نشان داد که هیچ یک از تیمار های مورد استفاده در این آزمایش بر روی این صفت معنی دار نبود که حاکی از عدم تأثیر کود کمپوست و اسید هیومیک بر روی شاخص برداشت است. سعید نژاد و رضوانی مقدم (۱۳۸۹) با بررسی انواع کودهای آلی بر روی زیره سبز بیان کردند که کاربرد این کودها تأثیری بر روی شاخص برداشت نداشته است. قربانی و همکاران (۱۳۸۹) نیز بیان کردند که اعمال اسید هیومیک بر روی شاخص برداشت ذرت معنی دار نبوده است.

جدول ۴-۱۲ نتایج تجزیه واریانس اثرات کمپوست و اسید هیومیک بر شاخص برداشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
بلوک (R)	۲	۰/۰۶**
کمپوست (C)	۲	۰/۰۰۵ ^{n.s}
اسید هیومیک (H)	۳	۰/۰۰۰۵ ^{n.s}
C×H	۶	۰/۰۰۰۳ ^{n.s}
خطا	۲۲	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات (%)		۱۳/۹

***، **، n.s به ترتیب معنی دار در سطح پنج درصد، یک درصد و غیر معنی دار

۴-۲- شاخص های رشد ذرت:

به منظور تأثیر عوامل آزمایش بر پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه ذرت و تجزیه و تحلیل رشد آن، برخی از شاخص های فیزیولوژیکی مورد ارزیابی قرار گرفت.

۴-۲-۱- تجمع ماده خشک^۱ (TDM):

معمولاً تجمع ماده خشک گیاه به عنوان کمیتی که مشخص کننده رشد گیاه است به کار می رود. وزن خشک کل در طول فصل رشد به صورت تجمعی افزایش می یابد و یکی از فاکتورهای مهمی است که در محاسبه مربوط به شاخص های رشد گیاه مورد استفاده قرار می گیرد. منحنی روند تجمع ماده خشک به صورت سیگموئیدی است، بدین صورت که تجمع ماده خشک در مراحل اولیه رشد گیاه به دلیل کوچک بودن گیاه، کم بودن سطح برگ به عنوان سطوح دریافت کننده تشعشع خورشیدی و ظرفیت فتوسنتزی کمتر، دارای شیب آهسته ای است اما با گسترش سطح برگ، سرعت

^۱ - Total Dry Matter (TDM)

تجمع ماده خشک نیز افزایش می یابد و به حداکثر مقدار خود می رسد. روند تجمع ماده خشک گیاه ذرت در طول فصل رشد و در پاسخ به کاربرد کمپوست در شکل ۴-۲۰ نشان داده شده است. کاربرد کمپوست در اوایل دوره رشد (۴۵ روز پس از کاشت) تأثیری بر این شاخص نداشت. پس از این زمان کاربرد کمپوست سبب شد تا مقدار TDM تا انتهای فصل رشد در مقایسه با شاهد افزایش یابد. در انتهای دوره رشد (۱۲۰ روز پس از کاشت)، تأثیر مقادیر مختلف کمپوست بر مقدار تجمع ماده خشک به حداکثر میزان خود رسید. بطوریکه کاربرد ۲/۵ و ۵ تن کمپوست در هکتار به ترتیب ۸/۵ و ۱۶ درصد مقدار تجمع ماده خشک را در مقایسه با شاهد افزایش دادند. علاوه بر عناصر غذایی و مواد آلی، کمپوست دارای مقادیر زیادی مواد هیومیکی می باشد، که این مواد از طریق بهبود زیستی، فراهمی عناصر غذایی خاص، بویژه آهن و روی (چن و همکاران ۲۰۰۴) و اثر مستقیم بر متابولیسم گیاهی (ناردی و همکاران ۲۰۰۲) باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می گردند (تاتورا ۲۰۱۰).

رشتبری و علیخانی (۱۳۹۱) طی آزمایشی سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست را بر روی کلزا بررسی کردند. آنها بیان کردند که استفاده از کودهای زیستی کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست در تمام سطوح نسبت به شاهد باعث افزایش ماده خشک گردید. محبوب خمایی (۱۳۸۵) گزارش کرد که کاربرد کمپوست منجر به افزایش ماده خشک در گیاه آزلویا شد.

در شکل ۴-۲۱ تأثیر کاربرد اسید هیومیک بر میزان تجمع ماده خشک در طی فصل رشد ذرت نشان داده شده است. مطابق نتایج نشان داده شده در شکل افزایش تجمع ماده خشک در اوایل دوره رشد (۴۵ روز پس از کاشت) تقریباً مشابه بود و اختلاف معنی داری بین سطوح وجود نداشت. میانگین تجمع ماده خشک پس از ۶۰ روز از کاشت تحت تأثیر کاربرد اسید هیومیک قرار گرفت. نتایج نشان داد که در این مرحله از رشد کاربرد ۱۶۰۰ و ۲۴۰۰ میلی لیتر در هکتار اسید هیومیک تجمع ماده خشک را به ترتیب با تولید ۸۵ و ۹۱ گرم در بوته به میزان ۱۳/۳ و ۲۳/۳ درصد در مقایسه با شاهد (۷۵ گرم در بوته) افزایش دادند. همانگونه که منحنی نشان می دهد مقدار TDM در طی فصل رشد روند افزایشی را نشان داد و در ۱۲۰ روز پس از کاشت به بالاترین میزان خود رسید. در این زمان

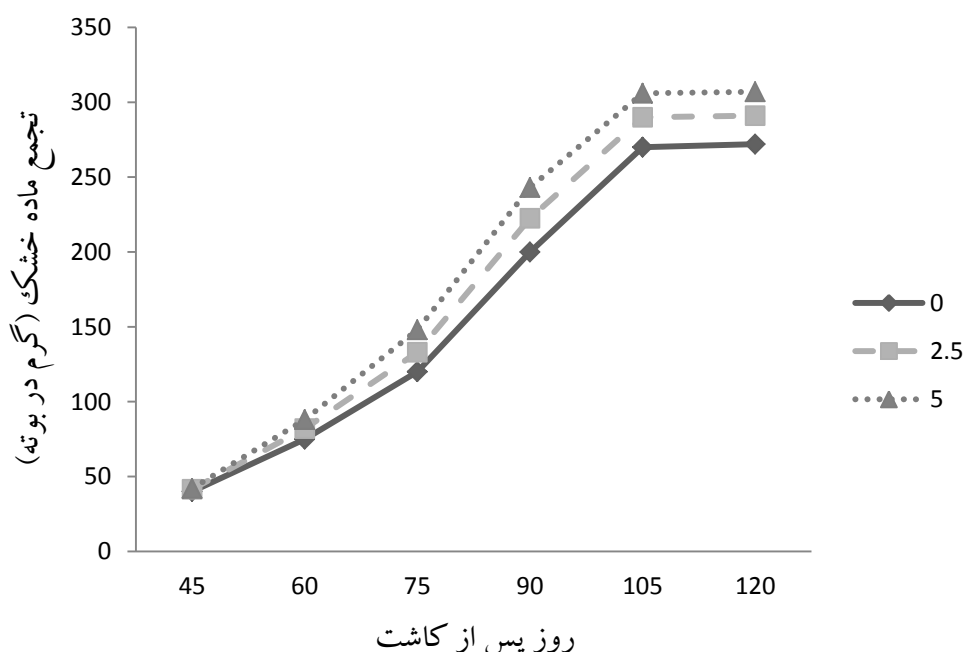
کاربرد ۱۶۰۰ و ۲۴۰۰ میلی لیتر در هکتار اسید هیومیک تجمع ماده خشک را به ترتیب ۱۰/۷ و ۱۵٪ در مقایسه با شاهد (عدم کاربرد اسید هیومیک) افزایش دادند. افزایش تجمع ماده خشک توسط اسید هیومیک در طول دوره رشد می تواند به دلایل زیر باشد:

۱- افزایش سرعت فتوسنتز، افزایش بیوماس ریشه و افزایش جذب مواد غذایی (لیو و همکاران، ۱۹۹۶).

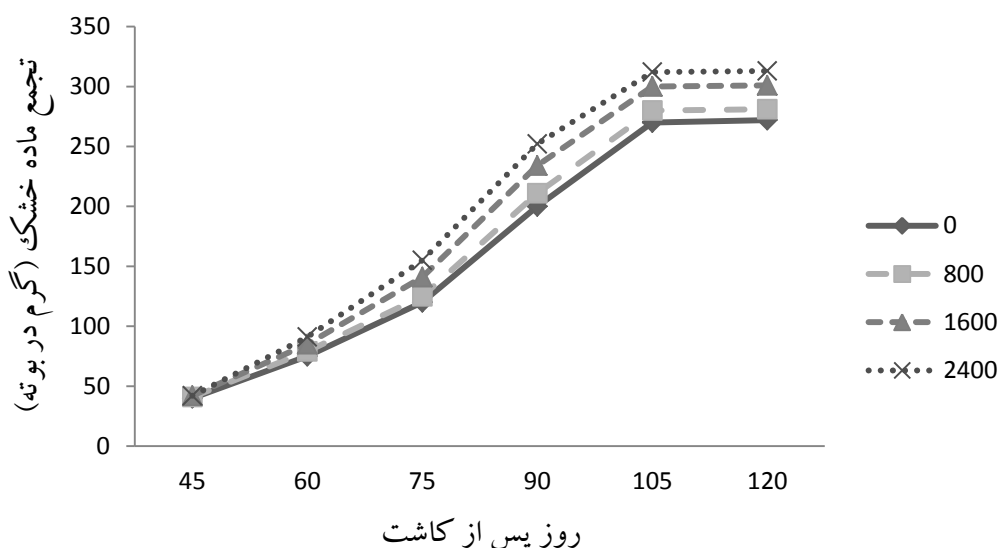
۲- افزایش جذب نیترات و فعالیت آنزیم ATP آز در غشا پلاسمای سلول های ریشه (پینتون و همکاران، ۱۹۹۹).

۳- افزایش فعالیت آنزیم فسفاتاز (مالکولم و واگان، ۱۹۷۹).

در مطالعه دیگری نیز اسید هیومیک سبب افزایش فسفر و نیتروژن در گیاه بنت گراس شده و تجمع ماده خشک را افزایش داد (مکوویاک و همکاران، ۲۰۰۱).



شکل ۴-۲۰ تأثیر سطوح کمپوست بر روند تغییرات وزن خشک بوته در طول دوره رشد



شکل ۴-۲۱ تأثیر سطوح اسید هیومیک بر روند تغییرات وزن خشک بوته در طول دوره رشد

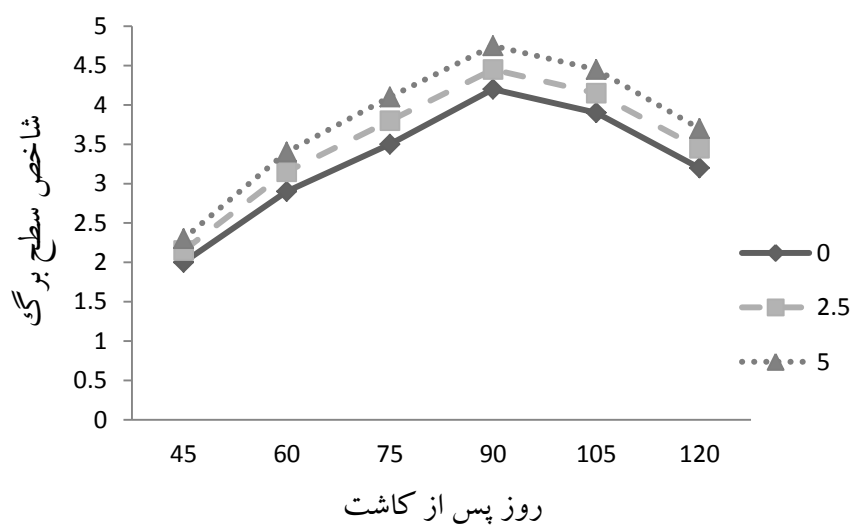
۴-۲-۲-۲ شاخص سطح برگ LAI^2 :

شاخص سطح برگ بیان کننده سطح برگ به سطح زمین اشغال شده توسط گیاه است. معمولاً LAI مساوی ۳-۵ جهت تولید حداکثر ماده خشک برای اغلب محصولات کاشته شده لازم است (کریمی، ۱۳۸۳). از آنجا که افزایش وزن خشک محصول بستگی زیادی به توسعه سطح برگ آن دارد، لذا سطح برگ یکی از پارامترهای اصلی در اندازه گیری رشد گیاه است (علیزاده و کوچکی ۱۳۶۸). در ذرت حداکثر LAI در هنگام باز شدن گل های نر بوجود می آید (شیرانی راد، ۱۳۷۹). ثورر (۱۹۷۹) نشان داد که منحنی تغییرات سطح برگ یک منحنی لگاریتمی رشد است که در اواسط فصل رشد به حداکثر رسیده و سپس با مرگ برگ های پیرتر کاهش می یابد. شکل ۴-۲۲ تأثیر سطوح مختلف کمپوست را بر شاخص سطح برگ بوته های ذرت را نشان می دهد. روند تغییرات نشان داد که از ۴۵ روز پس از کاشت اختلاف میان سطوح کاربرد کمپوست با شاهد ظاهر شد. به نحوی که در ۷۵ روز پس از کاشت این اختلاف به بیشترین میزان خود رسید. در این زمان بیشترین (۴/۱) و کمترین

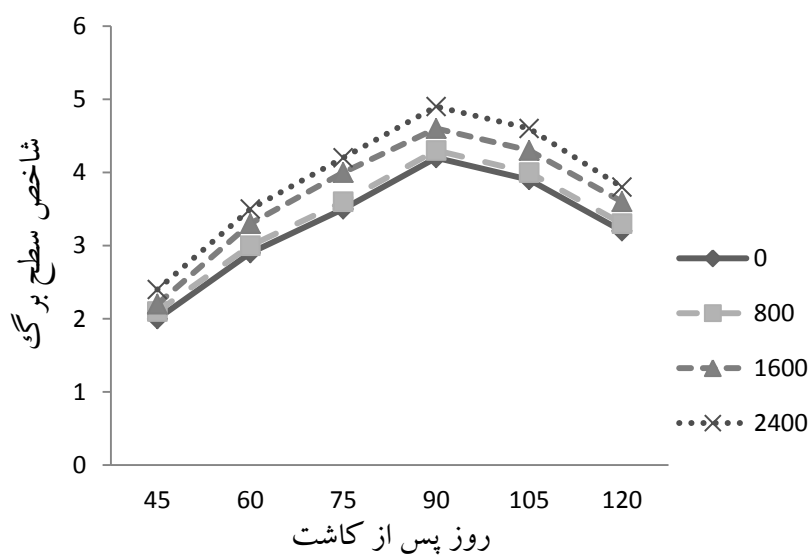
^۲ - Leaf Area Index

(۳/۵) شاخص سطح برگ به ترتیب با کاربرد ۵ تن کمپوست در هکتار و عدم کاربرد کمپوست (شاهد) بدست آمد. نتایج این بررسی نشان داد که شاخص سطح برگ در زمان ۹۰ روز پس از کاشت بوته های ذرت به حداکثر میزان خود رسیدند. در این زمان بیشترین مقدار شاخص سطح برگ با کاربرد ۵ تن کمپوست در هکتار (۴/۷۵) و کمترین میزان آن از شاهد (۴/۲) حاصل شد. مطابق نتایج شکل ۴-۲۲ پس از گذشت ۹۰ روز پس از کاشت مقدار شاخص سطح برگ روند کاهشی را نشان داد.

شکل ۴-۲۳ ، تأثیر کاربرد اسید هیومیک بر شاخص سطح برگ بوته های ذرت را نشان می دهد. روند تغییرات نشان می دهد که از ۴۵ روز پس از کاشت اختلاف میان کاربرد اسید هیومیک با شاهد ظاهر شد. به نحوی که در ۹۰ روز پس از کاشت این اختلافات به بیشترین میزان خود رسید. در این زمان بیشترین میزان شاخص سطح برگ (۴/۹) از سطح ۲۴۰۰ میلی لیتر در هکتار اسید هیومیک بدست آمد. همچنین مشاهده شد که پس از گذشت ۹۰ روز از کاشت مقدار شاخص سطح برگ روند کاهشی را نشان داد. به نظر می رسد این کاهش به دلیل زرد شدن و همچنین ریزش برگ ها در انتهای فصل رشد باشد. شریف و همکارانش (۲۰۰۲) طی آزمایشی بیان کردند که در مرحله ساقه رفتن که مرحله رشد سریع گیاه است و شرایط محیط نیز در آن زمان مناسب می باشد، گیاه نیاز بیشتری به عناصر غذایی داشته و اسید هیومیک به دلیل افزایش میزان نیتروژن گیاه سبب افزایش شاخص سطح و همچنین سرعت بالاتر گسترش سطح برگ شده است. آلبایراک و کاماز (۲۰۰۵) گزارش کردند که تیمار ۱۲۰۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک سبب گسترش بیشتر سطح برگ شد. سبزواری و خزاعی (۱۳۸۸) نیز با بررسی سطوح مختلف اسید هیومیک بر روی گندم بیان کردند که کاربرد این ماده باعث افزایش سطح برگ شد.



شکل ۴-۲۲ تأثیر سطوح کمپوست بر روند تغییرات شاخص سطح برگ در طول دوره رشد



شکل ۴-۲۳ تأثیر سطوح اسید هیومیک بر روند تغییرات شاخص سطح برگ در طول دوره رشد

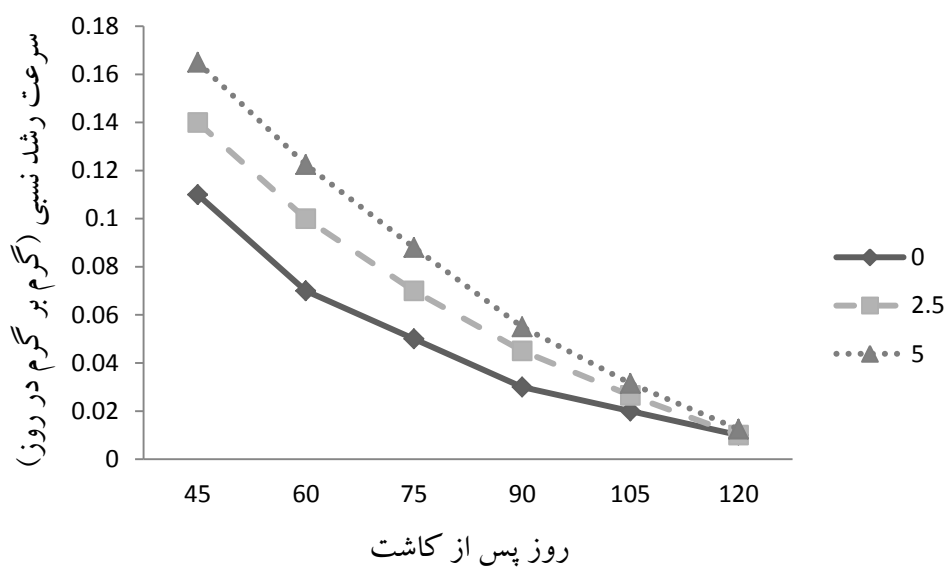
۴-۲-۳- سرعت رشد نسبی^۳ (RGR):

سرعت رشد نسبی بیانگر وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن اولیه در یک فاصله زمانی است و معمولاً بر حسب گرم بر گرم در روز بیان می شود (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸).

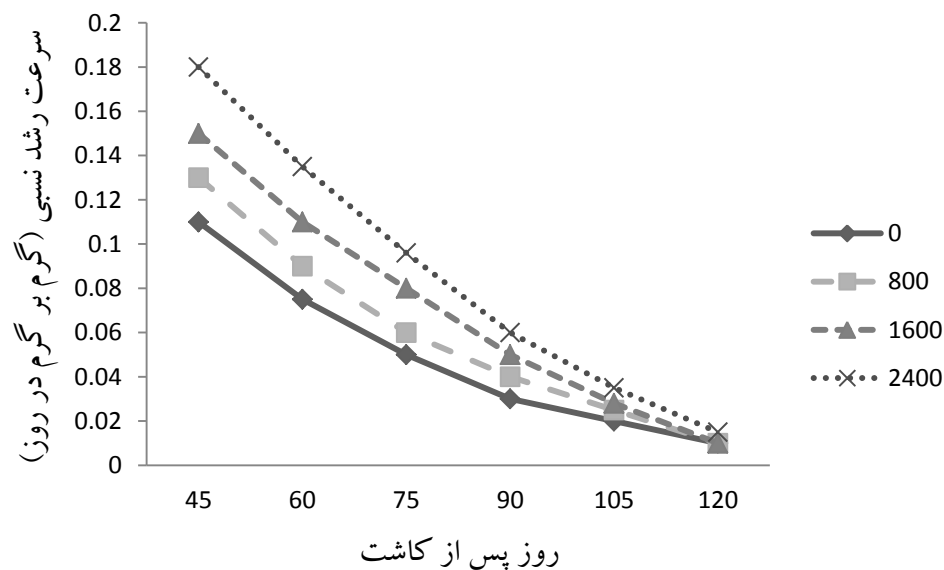
تأثیر سطوح مختلف کمپوست بر تغییرات سرعت رشد نسبی ذرت طی مراحل رشدی در شکل ۴-۲۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که در دوره زمانی ۳۰-۴۵ روز پس از کاشت کاربرد ۵ و ۲/۵ تن کمپوست در هکتار (با تولید ۰/۱۷ و ۰/۱۴ گرم بر گرم در روز) به ترتیب سبب افزایش ۵۰ و ۲۷/۳ درصدی در مقایسه با شاهد (۰/۱۱ گرم بر گرم در روز) شد. همانگونه که شکل ۴-۲۴ نشان می دهد، شاخص سرعت نسبی با گذشت زمان روند کاهشی داشت. سرعت رشد نسبی در اوایل فصل رشد بالا می باشد، همچنین میزان سرعت رشد نسبی تابع سطح کل فتوسنتز کننده گیاه است به همین دلیل نیز با افزایش سن گیاه و افزایش مقدار تنفس در اواخر فصل رشد کاهش می یابد.

در شکل ۴-۲۵ تأثیر کاربرد اسید هیومیک بر تغییرات سرعت رشد نسبی ذرت در طی مراحل رشد نشان داده شده است. همانگونه که این منحنی ها نشان می دهد میزان تغییرات سرعت رشد نسبی در اوایل دوره رشد (تا ۴۵ روز پس از کاشت) بالا بود ولی با گذشت زمان میزان تغییرات کاهشی بود. کاربرد سطوح مختلف اسید هیومیک سبب افزایش سرعت نسبی در اوایل دوره رشد در مقایسه با شاهد شد. در ۴۵ روز پس از کاشت بیشترین اختلاف بین سطوح کاربرد اسید هیومیک و شاهد مشاهده شد (۰/۱۱، ۰/۱۳، ۰/۱۵ و ۰/۱۸ گرم بر گرم در روز به ترتیب با کاربرد صفر، ۸۰۰، ۱۶۰۰ و ۲۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک). در کل دوره رشد، کاربرد ۸۰۰، ۱۶۰۰ و ۲۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک در هکتار سرعت رشد نسبی را به ترتیب ۲۰، ۴۶/۶ و ۸۰ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. شاه حسینی (۱۳۸۹) و همکارانش با کاربرد ۷۵۰ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک طی ۳ مرحله پای بوته گیاه بیان کردند که کاربرد اسید هیومیک منجر به افزایش سرعت نسبی شد.

^۳ - Relative Growth Rate



شکل ۴-۲۴ تأثیر سطوح کمپوست بر روند تغییرات سرعت رشد نسبی در طول دوره رشد



شکل ۴-۲۵ تأثیر سطوح اسید هیومیک بر روند تغییرات سرعت رشد نسبی در طول دوره رشد

۴-۲-۴- سرعت رشد محصول^۴ (CGR):

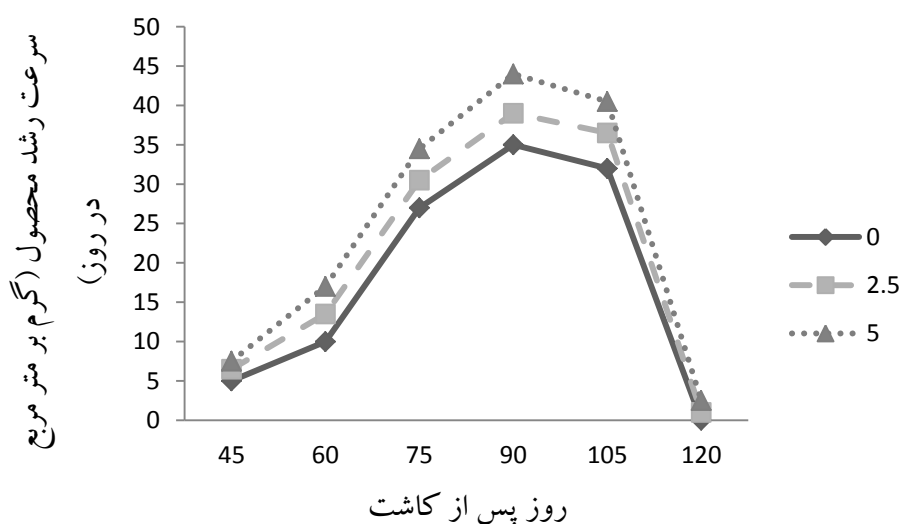
سرعت رشد محصول نمایانگر میزان تجمع ماده خشک در گیاهان در یک واحد زمانی مشخص در واحد سطح زمین می باشد. به عبارت دیگر سرعت رشد محصول، افزایش وزن خشک یک اجتماع گیاهی در واحد سطح زمین و در واحد زمان می باشد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). در مراحل اولیه رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و درصد کم نور خورشید که توسط گیاهان جذب می شود، سرعت رشد محصول کم می باشد. با نمو گیاهان افزایش سریعی در CGR پدید می آید، زیرا سطح برگ توسعه یافته و نور کمتری از لابلای شاخ و برگ به سطح خاک نفوذ می کند (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۷). کافی و همکاران (۱۳۸۴) گزارش کردند که در اغلب گیاهان زراعی سرعت رشد محصول با شروع دوره زایشی به حداکثر مقدار خود می رسد و با رسیدگی گیاه، به دلیل توقف رشد و بویژه پیری برگ ها کاهش می یابد.

شکل ۴-۲۶ تأثیر مقادیر مختلف کمپوست را بر تغییرات سرعت رشد گیاه در طی فصل رشد را نشان می دهد. بیشترین اختلاف بین سطوح کمپوست در ۹۰ روز پس از کاشت مشاهده شد. سطوح ۵ و ۲/۵ تن کمپوست در هکتار در این فاصله زمانی با تولید ۴۴ و ۳۹ گرم در متر مربع در روز به ترتیب موجب ۲۵/۷ و ۱۱/۴ درصد افزایش در مقایسه با شاهد (۳۵ گرم در متر مربع در روز) شدند. همچنین در این زمان سرعت رشد محصول به حداکثر مقدار خود در طول دوره رشد رسید. بعد از این مرحله سرعت رشد محصول کاهش یافت. افزایش سرعت رشد گیاه توسط کمپوست می تواند به دلیل بهبود وضعیت تغذیه ای گیاه، افزایش آب در دسترس گیاه ناشی از بهبود خواص فیزیکی خاک و همچنین ایجاد محیطی مناسب برای رشد و توسعه ریشه باشد.

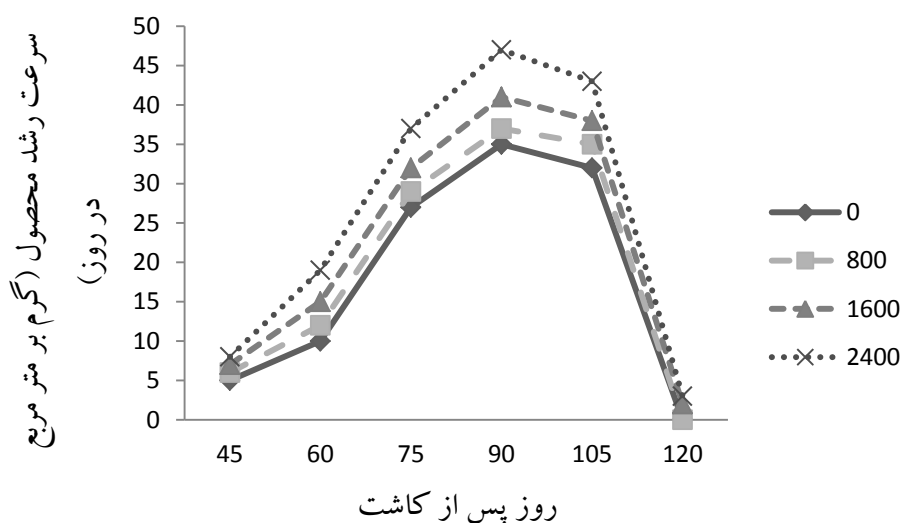
نتایج حاصل از تأثیر کاربرد اسید هیومیک بر سرعت رشد محصول در طی دوره رشد در شکل ۴-۲۷ نشان داده شده است. در مراحل ابتدایی رشد بین سطوح کاربرد اسید هیومیک و شاهد از نظر سرعت

^۴ - Crop Growth Rate (CGR)

رشد محصول اختلاف چندانی وجود نداشت. بیشترین مقدار CGR در فاصله زمانی ۴۵-۶۰ روز پس از کاشت در شرایط کاربرد ۲۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک به دست آمد (۱۹ گرم بر متر مربع در روز). همانگونه که نتایج نشان داد روند تغییرات سرعت رشد تا ۹۰ روز پس از کاشت افزایش بود و پس از آن منحنی روند کاهشی پیدا کرد (شکل ۴-۲۷). در زمان ۹۰ روز پس از کاشت کاربرد ۸۰۰، ۱۶۰۰ و ۲۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک سرعت رشد گیاه را به ترتیب ۲، ۶ و ۱۲ گرم در متر مربع در روز نسبت به شاهد افزایش دادند. اسید هیومیک با کلات کردن عناصر ضروری سبب افزای جذب عناصر شده و باروری و تولید را در گیاهان افزایش می دهند (خزاعی و همکاران، ۱۳۸۸) که این امر می تواند در افزایش سرعت رشد محصول مؤثر باشد.



شکل ۴-۲۶ تأثیر سطوح کمپوست بر روند تغییرات سرعت رشد محصول در طول دوره رشد



شکل ۴-۲۷ تأثیر سطوح اسید هیومیک بر روند تغییرات سرعت رشد محصول در طول دوره رشد

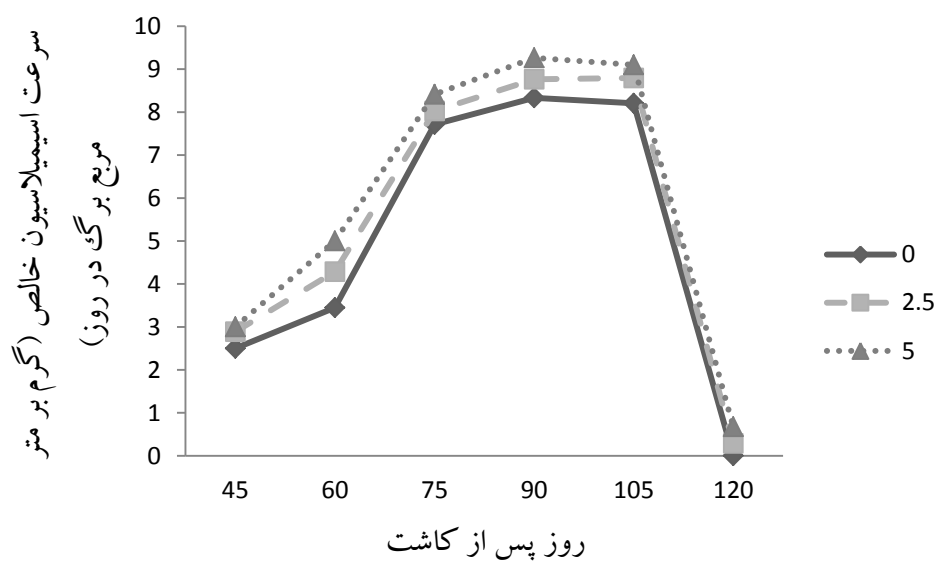
۴-۲-۵- سرعت اسیمیلاسیون خالص^۵ (NAR):

سرعت اسیمیلاسیون یا جذب خالص عبارت است از سرعت تجمع ماده خشک در واحد سطح برگ معین. در حقیقت میزان جذب خالص بیانگر مقدار مواد ساخته شده خالص در واحد سطح برگ در واحد زمان می باشد و معمولاً بر حسب گرم بر متر مربع در روز بیان می شود. NAR تخمینی از میانگین کارایی فتوسنتزی برگ ها در یک گیاه یا در یک جامعه گیاهی است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). NAR در ابتدای رشد که برگ گیاه جوان است و رقابت و سایه اندازی وجود ندارد و نور کامل به برگ می رسد، مقدارش بالا ولی با گذشت زمان به دلیل سایه اندازی و همچنین ساختمانی شدن بعضی اندام های فتوسنتز کننده میزان فتوسنتز صورت گرفته در واحد سطح برگ کاهش یافته و در نتیجه مقدار آن کاهش می یابد. نتایج بررسی روند تغییرات سرعت آسیمیلاسیون خالص گیاه در پاسخ به سطوح کاربرد کمپوست در طول فصل رشد در شکل ۴-۲۸ نشان داده شده است. تغییرات

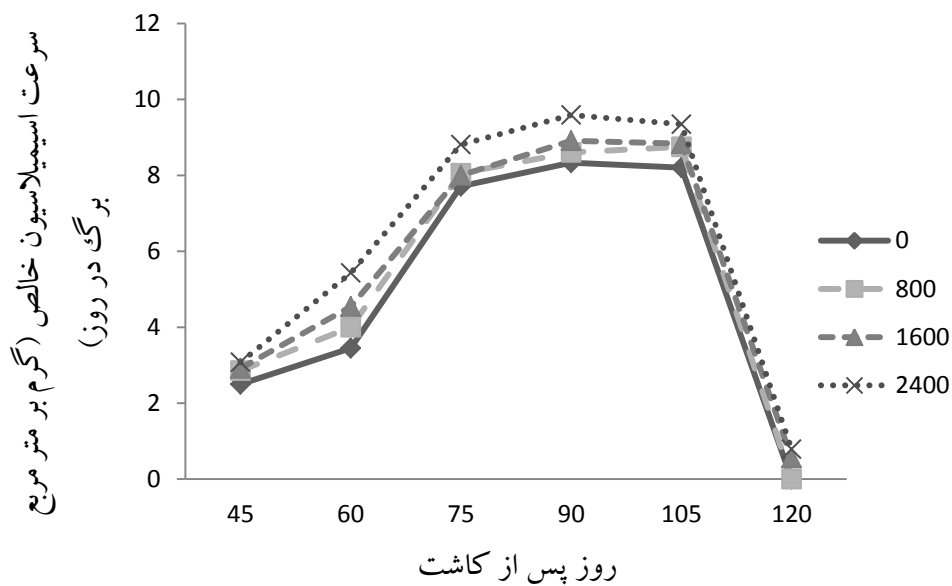
^۵ - Net Assimilation Rate

NAR در تمامی تیمارها روند نزولی نسبتاً مشابهی داشت، به طوری که سرعت اسیمیلاسیون خالص تا ۹۰ روز پس از کاشت بالا بوده و سپس تا انتهای فصل رشد به دلیل نزدیک شدن به مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی و همچنین پیر شدن برگ ها روندی نزولی داشت. میزان NAR در ۱۲۰ روز پس از کاشت برای تمامی تیمارهای مورد آزمایش نزدیک صفر بود. بیشترین ($9/3$ گرم بر متر مربع برگ در روز) و کمترین ($8/3$ گرم بر متر مربع برگ در روز) میزان NAR (در ۹۰ روز پس از کاشت) به ترتیب در تیمار ۵ تن کمپوست در هکتار و عدم کاربرد کمپوست (شاهد) بدست آمد.

نتایج حاصل از تأثیر کاربرد اسید هیومیک بر NAR در طی دوره رشد در شکل ۴-۲۹ نشان داده شده است. در مراحل ابتدایی رشد بین سطوح کاربرد اسید هیومیک و شاهد از نظر سرعت اسیمیلاسیون خالص اختلاف چندانی وجود نداشت. بیشترین مقدار NAR در فاصله زمانی ۴۵-۶۰ روز پس از کاشت در شرایط کاربرد ۲۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک به دست آمد ($5/43$ گرم بر متر مربع برگ در روز). همانگونه که نتایج نشان داد روند تغییرات سرعت اسیمیلاسیون خالص تا ۹۰ روز پس از کاشت افزایشی بود و پس از آن منحنی روند کاهشی پیدا کرد (شکل ۴-۲۷). در زمان ۹۰ روز پس از کاشت کاربرد ۸۰۰، ۱۶۰۰ و ۲۴۰۰ میلی لیتر اسید هیومیک با تولید $8/6$ ، $8/9$ و $9/6$ گرم بر متر مربع برگ در روز سرعت اسیمیلاسیون خالص گیاه را به ترتیب $3/2$ ، $6/9$ و $15/1$ درصد نسبت به شاهد افزایش داد.



شکل ۴-۲۸ تأثیر سطوح کمپوست بر روند تغییرات سرعت اسپیریلیسیون خالص در طول دوره رشد



شکل ۴-۲۹ تأثیر سطوح اسید هیومیک بر روند تغییرات سرعت اسپیریلیسیون خالص در طول دوره

رشد

۴-۳- جمع بندی نتایج:

این تحقیق نشان داد که:

۱- استفاده از اسید هیومیک و کمپوست می تواند اثرات مثبتی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه ذرت داشته باشد.

۲- کاربرد ۵ تن کمپوست در هکتار به همراه ۲۴۰۰ میلی لیتر در هکتار اسید هیومیک می تواند عملکرد اقتصادی ذرت را افزایش داده و گامی در جهت کشاورزی پایدار باشد.

در جمع بندی نهایی می توان گفت که کاربرد کودهای آلی در زراعت گیاهانی که به خوراک انسان یا دام می رسند می تواند بسیاری از مشکلاتی که از مصرف کودهای شیمیایی به وجود آمده است را بکاهد. همچنین لازم به ذکر است که استفاده از کمپوست نسبت به کودهای معدنی هزینه بیشتری را در پی دارد اما اثرات دراز مدت آن بر خصوصیات خاک، تأمین عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف و حفظ خواص بیولوژیک خاک و همچنین افزایش کارایی مصرف آب می تواند کاهش سود حاصله را جبران نموده و استفاده متوالی و بهینه از زمین های کشاورزی را ممکن می سازد. در نهایت می توان چنین گفت که علاوه بر افزایش عملکرد، استفاده از این کودهای آلی به دلیل کاهش آلودگی های زیست محیطی می توانند نقش بسزایی را در جهت نیل به اهداف کشاورزی پایدار ایفا کند.

۴-۴- توصیه ها و پیشنهادات:

در تکمیل این تحقیق پیشنهادات زیر قابل ارائه می باشد:

۱- کاربرد مقادیر بالاتر اسید هیومیک

۲- کاربرد مقادیر بالاتر کمپوست

۳- مطالعه گسترده تر در مورد اسید هیومیک و کمپوست بر روی دیگر گیاهان زراعی بویژه

غلات

۴- انجام آزمایش مزرعه ای در مناطق جغرافیایی مختلف برای تعیین سویه های سازگار با

شرایط محیطی هر منطقه

۵- تکرار آزمایش به مدت دو سال زراعی

۴-۵- منابع و مأخذ

- اسکندری، ذوم. کلباسی ۱۳۷۳. اثر گوگرد و کود آلی بر راندمان کودهای فسفره در گیاه ذرت رقم ۷۰۴ در شش سری خاک های استان اصفهان. پژوهش وسازندگی، شماره ۲۴، ص ۳۶ تا ۴۱.
- ایران نژاد، ح. و شهبازیان، ن. ۱۳۸۴. زراعت غلات (جلد دوم). انتشارات کارنو. ۳۸۳ صفحه.
- بهره مند، م. ر.، و افیونی، م. ۱۳۷۸. اثر لجن فاضلاب، کمپوست، کود گاوی بر خواص فیزیکی خاک چکیده مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. صفحه: ۲۸۸-۲۹۸.
- پورصالح، مسعود، ۱۳۷۳. غلات، نشر سپهر، ۱۷۶ ص.
- پیرانوشه ه، امام ی و جمالی ر، ۱۳۸۹. مقایسه اثر کودهای زیستی با کودهای شیمیایی بر رشد، عملکرد و درصد روغن آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در سطوح مختلف تنش خشکی. نشریه بوم شناسی کشاورزی، جلد دوم، شماره ۳، صفحه های ۵۰۱-۴۹۲.
- تاج بخش، م. و پورمیرزا، ع.ا. ۱۳۸۶. زراعت غلات. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. ۳۱۶ صفحه.
- جلالی، ا.ه.، بحرانی، م.ج و صالحی، ف. ۱۳۸۹. عملکرد ذرت دانه ای (*Zea mays* L.)، تغییرات کربن آلی و نیتروژن نیتراتی خاک تحت تأثیر کاربرد کمپوست، مدیریت بقایای گیاهی و کود نیتروژن. یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نبات.
- خاوازی، ک.، رحمانی، ا. و ملکوتی، م. ۱۳۸۴. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشاورزی، انتشارات سنا. ۴۴۴ ص.

- خاوری خراسانی، س.، حسن زاده مقدم، ه. و محمدی، م. ۱۳۸۹. راهنمای علمی و کاربردی (کاشت، داشت و برداشت) ذرت. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. ۱۱۹ صفحه.
- خدابنده، ن. ۱۳۷۷. غلات. انتشارات دانشگاه تهران. ۵۰۸ صفحه.
- راشد محصل، م.ح.، حسینی، م.، عبدی، م. و ملافیلابی، ع. ۱۳۷۶. زراعت غلات (ترجمه و تدوین). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۶ صفحه.
- رشتبری، م. و علیخانی، ح. ۱۳۹۱. تاثیر و کارایی کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست بر روی ویژگی های مورفو فیزیولوژیکی و عملکرد کلزا در شرایط تنش خشکی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۲ (۲): ۱۱۳-۱۲۷.
- رحیمی، ق. ۱۳۷۱. مطالعات اثرات کود کمپوست بر شوری و آلودگی خاک و مقدار جذب عناصر سنگین توسط گیاه ذرت از خاک های حاوی کود کمپوست. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- رضوان طلب، ن.، پیردشتی، ه.، بهمنیار، م.ا. و عباسیان، ا. ۱۳۸۸. ارزیابی اثرات کمپوست زباله شهری و کاربرد کودهای معدنی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت (سینگل کراس ۷۰۴). مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۲(۱): ۷۵-۹۰.
- رضوی طوسی، ا. ۱۳۸۰. برهمکنش کمپوست، شیرابه کمپوست و منگنز بر رشد، ترکیب شیمیایی اسفناج و برنج. پایان نامه کارشناسی ارشد خاک شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
- سبزواری، س. و خزاعی ح.ر. ۱۳۸۸. اثر محلول پاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزاء عملکرد گندم (*Triticum aestivum*, L.) رقم پیشتاز. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۱(۲): ۶۳-۵۳.

سرمدنیا، غ. و کوچکی، ع. ۱۳۶۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

سعید نژاد، ا.ح. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۹. ارزیابی اثر کمپوست، ورمی کمپوست و کودهای دامی روی عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس زیره سبز (*Cuminum Cyminum*). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۴(۲): ۱۴۸-۱۴۲.

سماوات، س.، پازکی، ع. و لادن مقدم، ع. ۱۳۸۷. اصول کاربردی مواد آلی در کشاورزی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی. ۲۲۲ صفحه.

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

سماوات، س. و ملکوتی، م. ۱۳۸۴. نیاز تولید و استفاده از اسیدهای ارگانیک برای افزایش کمی و کیفی تولیدات کشاورزی. نشریه سانا. تهران.

شاه حسینی، ز.، غلامی، ا.، اصغری، ح.، ۱۳۸۹. بررسی تأثیر قارچ های میکوریزای آرباسکولار (AM) و اسید هیومیک بر روی عملکرد و راندمان مصرف آب (WUE) در ذرت تحت تأثیر شرایط کم آبی. پایان نامه کارشناسی ارشد. ۱۱۰-۱۰۹.

شیرانی راد، ا.ح. ۱۳۷۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی. موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران. ۳۶۰ صفحه.

علیزاده، ا. و کوچکی، ع. ۱۳۶۸. کشاورزی آب و هوا. انتشارات جاوید مشهد.

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

قصرالدشتی، ع.م.، بلوچی، ح.ر. و یدوی، ع. ۱۳۹۰. تأثیر کمپوست زباله شهری و نیتروژن بر عملکرد دانه، تولید علوفه و برخی صفات مورفولوژیک ذرت شیرین (*Zea mayz L. sacchrata*). مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۴(۱): ۱۳۰-۱۱۵.

- کاظمی اربط، ح. ۱۳۷۴. زراعت خصوصی (جلد اول). انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، تهران. ۳۱۵ صفحه.
- کافی، م.، قاسمی، ع. و اصفهانی، م. ۱۳۸۴. بررسی تأثیر سطوح کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای در منطقه گیلان. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲ (۵): ۶۲-۵۵.
- کامکار، ب. و مهدوی دامغانی، ع.م. ۱۳۸۷. مبانی کشاورزی پایدار، چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۱۵ صفحه.
- کریمی، ه. ۱۳۸۳. گیاهان زراعی، انتشارات دانشگاه تهران.
- کوچکی، ع. ۱۳۸۳. زراعت در مناطق خشک (ترجمه و تدوین). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۰۲ صفحه.
- کوچکی، ع.، راشد محصل، م.ح.، نصیری ور، م. و صدرآبادی، ر. ۱۳۶۷. مبانی فیزیولوژی رشد و نمو گیاهان زراعی. انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۰۴ صفحه.
- کوچکی، ع.، حسینی، م. و هاشمی دزفولی، ا. ۱۳۸۷. کشاورزی پایدار (ترجمه)، چاپ ششم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۶۲ صفحه.
- کوچکی، ع.، نخ فروش و ح. ظریف کتابی. ۱۳۷۶. کشاورزی ارگانیک. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۳۳۱ صفحه.
- گودرزی، ک. ۱۳۸۹. بررسی اثر گوگرد و کمپوست بر افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی خاک و عملکرد گندم. مقالات همایش منطقه ای دستاوردهای نوین در زراعت و نانو تکنولوژی. شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس
- لکزیان، ا. و میلانی، ن. ۱۳۸۴. اصول کاربردهای میکروبیولوژی خاک (ترجمه)، چاپ اول. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۶۹۶ صفحه.

مرادی، ر. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر عملکرد، اجزای عملکرد دانه و میزان اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*) پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

مرعشی، س.ک.، ذاکرنژاد، س.، لک، س.ح. و سیادت س.ا. ۱۳۷۵. تأثیر الگوهای کاشت و تراکم متفاوت روی عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت در شرایط آب و هوایی اهواز. مجله کشاورزی. ۳: ۳۰.

مسگرباشی، م.، بخشنده، ع.، نبی پور، م. و کاشانی، ع. ۱۳۸۵. اثرات بقایای گیاهی و سطوح کود شیمیایی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد دو رقم گندم در اهواز. مجله علمی کشاورزی، شماره ۱. صفحه ۵-۶۲.

مشیری، ف و مفتون، م. تأثیر برهمکنش فسفر با کمپوست و کود مرغی در برنج. مجموعه مقالات. هفتمین کنگره علوم خاک ایران، ۱۳۸۰، صفحه ۴۸

محمدی، خ.، پاساری، ب.، رخزادی، ا.، قلاوند، ا.، آقا علیخانی، م. و اسکندری، م. ۱۳۹۰. واکنش عملکرد و کیفیت دانه کلزا به منابع مختلف کود دامی، کمپوست و بیولوژیک در منطقه کردستان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۴(۲): ۸۱-۱۰۱.

محمدی، ک.، کلمیان، س. و نوری، ف. ۱۳۸۶. کاربرد کشاورزی زباله کمپوست و تأثیر آن روی عملکرد دانه ارقام گندم. کنفرانس بین المللی. روی ضایعات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس، تهران. ۲۱۹-۲۲۴.

محمدیان، م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۶. ارزیابی تأثیر دو نوع کمپوست بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عملکرد ذرت. صفحات ۳۸۰ الی ۳۹۸.

ملکوتی، م. ۱۳۷۸. روش جامع تشخیص و ضرورت مصرف بهینه کودهای شیمیایی، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران. ۱۵۴ ص.

ملکوتی، م. ج. و م. همائی. ۱۳۷۳. حاصلخیزی خاکهای مناطق خشک، مشکلات و راه حلها. انتشارات

دانشگاه تربیت مدرس. ۴۹۴ صفحه

محمدی نیا، غ. ۱۳۷۴. ترکیب شیمیایی شیرابه کمپوست زباله و اثر آن بر خاک و گیاه. پایان نامه

کارشناسی ارشد، خاک شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

نجف زاده، ز.، شعبان پور شهرستانی، م. و کریمی نیا، ا. ۱۳۸۷. تاثیر ماده آلی و گوگرد بر جمعیت

میکروارگانیزم های اکسید کننده گوگرد در خاک دو جمعیت هتروتروف های اسید دوست و خنثی

دوست اکسید کننده گوگرد. علوم کشاورزی ایران، شماره ۳۹. صفحه ۱۰۷-۱۱۶.

نور محمدی، ق. ر.، سیادت، ع. و کاشانی، ع. ۱۳۸۰. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شهید چمران

اهواز. ۴۴۶ صفحه.

وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۹. آمارنامه کشاورزی، جلد اول محصولات زراعی سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷.

Abbasi P.A., Al-Dahmani J., sahin F., Hoitink H.A.J., and Miller S.A. 2002. Effect of compost amendments on diseases severity and yield of tomato in conventional and organic production systems. *Plant Disease*. 86:156-161.

Abdel-Sabour, M.F., and Abo El-Seoud, M.A. 1996. Effect of organic waste compost addition on sesame growth, yield and chemical composition. *Agric. Eco. Environ.* 60: 157-164.

Abou-Aly, H.E. and M.A. Mady. 2009. Complemented effect of humic acid and biofertilizers on wheat (*Triticumaestivum L.*) productivity. *Annals of Agric. Sci., Moshtohor*, 47(1): 1-12.

Abtahi A, Hodaji M, Hajrasoliha S, Afyony M. Effect of short-term use of municipal compost on zinc and copper concentrations in soil and corn. Third National Congress of Recycling and Using Renewable Resources in Organic Farming. Isfahan, Islamic Azad University Khvarsgan, Faculty of Agriculture. 2009. (in Persian)

- Adani, F., Genevini, P., Zaccheo, P. and Zocchi, G. (1998).** The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *J. Pl. Nutr.*, 21(3): 561-575.
- Aiken, G.R., Mcknight, D.M., Wershaw, R.L., and Mac Carthy, P . 1985.** Humic Substances in soil, Sediment, and Water. New York. USA: Wiley Inter Science.
- Albayrak, S. and Camas, N. 2005.** Effect of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield component of forage turpin. *Journal of Agronomy* 42: 130-133
- Albuzio, A. Concheri, G. Nardi, S. and Dell'Agnola, G., 1994.** Effect of Humic Fractions of Different Molecular Size on the Development of Oat Seedlings Grown in Varied Nutritional Conditions. In: *Humic Substances in the Global Environment and Implications on Human Health*. Edited by N. Senesi and T.M. Miano. Instituto di Chimica Agraria Universita degli Studi-Bari, Bari, Italy. Elsevier Science B.V. pp. 199- 204.
- Alexander R.** Compost markets grow with environmental application. *Biocycle*. 1984. 4: 43-48
- Baghori A.** Investigation Chemical contamination of soils in Zayandarood river marginal lands. MS thesis, Tehran University School of Public Health. 1989.(in Persian, abstract inEnglish)
- Alexandrova I.V.(1977).** Soil organic matter and the nitrogen nutrition of plants. *Soil Science*,9:293-301
- Alves, W.L., Melo, W.J. and Ferreira, M.E. 1999.** Urban wastw compost effects on sandy soil and sorghum plants. *Revista Brasileira.* 23(3).pp. 729-736
- Annabi, M., S. Houot, C. Francou, M. Poitrenaud, and Y. Lebissonnais. 2007.** Soil aggregate stability improvement with urban composts of different maturities. *Soil Sci. Amer. J.* 71: 413-423.
- Aryabod, S., A. Fotovat, A. Lakzian and G. Haghnia. 2006.** Effect of municipal waste compost leachate on yield and trace elements uptake by lettuce and maize in calcareous and non-calcareous soils. 18th World Congress of Soil Science. July 9-15, Philadelphia, P. A.
- Astaraei, A.R., Ivani, R., 2008.** Effect of organic sources as foliar spray and root media on nutrition of cowpea plant. *American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 3, 352-356.
- Ayas, H. and Gulser, F. 2005.** The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. *Journal of biological sciences* 5 (6): 801- 804.

Ayuso, M., Hernandez, T., Garcia, C., and Pascual, J.A.1996. A comparative study of the effect on barley growth of humic substances extracted from municipal wastes and from traditional organic materials 24: 493 – 500.

Babaeian M, Esmaeilian Y, Tavassoli A, Asgharzade A and Sadeghi M, 2011. The effects of water stress, manure and chemical fertilizer on grain yield and grain nutrient content in barley, Scientific Research and Essays 6(17): 3697-3701.

Bradford, G.R., A.L. Page, L.J. Lund and W. Olmsted.1975. Trace element concentration of sewage treatment plant effluents and sludges: their interaction with soils and uptake by plants. J. Environ.Qual. 4(1):123-127.

Barker A.V., and Bryson G.M. 2006. Comparisons of compost with low or high nutrient status for growth of plants in containers. Communic. Soil. Sci. plant Anal. 37:1303-1319.

Brownell, J.R., Nordstrom, O., Marihart, I., Jorgensen, G., 1987. Crop responses from two new Leonardite extracts. Sci.Total Environ. 62, 492-499.

Chang AC, Warneke JE, Page AL, Lund .LJ. Accumulation of heavy metals in sewage sludge treated soils. J. Environ. Qual . 1984. 13(1): 87-91.

Chen, L., Warren, A. and Streeter. 2000. Production of Aerobactin by microorganisms from a compost enrichment culture and soybean utilization. Plant Nutrition. 23: 2047-2060.

Chen Y, De-Nobili M and Aviad M, 2004. Stimulatory effects of humic substances on plant growth. Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture. CRC Press, Boca Raton, Florida, Pp: 103-129.

Cook, J., A. A. Keeling and D. F. Bloxham. 1998. Effect of green waste compost on parameters in spring barley (*Hordium vulgar*). International Symposium on Composting and use of composted material in horticulture. Hort. Sci. 469: 283-286.

Cortellini L. Effects of content of organic matter, nitrogen and heavy metals in plants after application of compost and sewage sludge. In: De Bertoldi et al. (Eds).The Science of Composting. Pub. Blackie, London.1999 . pp. 457-468

Courtney, R. G. and G. J. Mullen. 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. Biosour. Technol. 99: 2913-2918.

- Crowford, J.H., Senn, T.L., Stenbridge, G. E., 1968.** The Influence of Humic Acid Fractions on Sprout Production and Yield of the Carogold Sweet Potato. S. Carolina Ag. Exp. Sta. Tech. Bull. 1028.
- Davies DB, Eagle DJ, Finney JB.** Soil management. Suffolk Farming Press. 1972. PP: 254.
- David, P.P., P.V. Nelson and D.C. Sanders, 1994.** A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. J.plant nutrition. 17: 173-184
- Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., Alvino, A., 2005.** Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agron. Sustain. 25, 183-191.
- Dursun, A., Guvenc, I and Turan, M. 2002.** Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. Acto Agrobotanica. 56: 81- 88.
- Dursun, A., Guvenc, I., 2000.** Effects of different levels of humic avid on seedling growth of tomato and eggplant. ISHS Acta Hort. 491.
- Erhart, E., and Hartl, W. 2003.** Mulching with compost improves growth of blue spruce in Christmas tree plantations. Eur. J. Soil Biol. 39 (3): 149-156.
- Erhart, E., Hartl, W., and Putz, B. 2005.** Biowaste compost affects yield, nitrogen supply during the vegetation period and crop quality of agricultural crops. Europ J. Agron. 23: 305-314.
- El Gendy S.A., Hosni A.M., Omer E.A., and Reham M.S. 2001.** Variation in herbage yield, essential oil yield and oil composition on sweet basil (*Ocimum bacilicum*) grown organically in a newly reclaimed land in Egypt. Arab Universities Journal of Agricultural Science, 9:915-933.
- FAO. 2000.** Tropical aize, improvement and production. Food and agriculture organization of the united nations. Production and protection Series. Pp 28, 363.
- Fernandez-Escobar, R., M. Benlloch, D. Barrancd, A. Duenas, AND J.A. Guterrez Ganan. 1996.** Response of olive trees to foliar application of humic substances extracted from leonardite. Scientia Horticulture 66, 191-200.
- Fernandez, V.H. 1968.** The action of humic acids of different sources on the development of plants and their effect on increasing concentration of the nutrient solution. Pontificiae Academiae Scientiarum Scripta Varia 32: 805-850.

- Ghorbani R., Wilcockson S., and Leifert C. 2006.** Alternative treatments for late blight control in organic potato: Antagonistic micro-organism and compost extract for activity against *Phytophthora infestans*. Potato Research, 48:171-179.
- Gopimath, K.A and Saha, S. 2008.** Influence of organic amendments on growth, yield and quality of wheat and on soil properties during transition to organic production Nutrcycl Agroecosyst
- Grossl,P.R, and W.P.Inskeep.1991.** Precipitation of dicalcium phosphate dihydrate in the presence of organic acids. Soil sci. Amer.J.55:670-675.
- Hai, S.M., and Mi, R.S. 1998.** The lignitic coal derived HA and the prospective utilization in pakistan agriculture and industry. Sci. Technol. Dev. 17: 32–40.
- Hargreaves JC, Adl MS and Warman PR, 2008.** A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. Agri. Eco. Env. 123: 1–14.
- Hartl, W., Putz, B., and Erhart, E. 2003.** Influence of rates and timing of biowaste compost application on rye yield and soil nitrate levels. Europ J. Soil. 39: 129-139.
- Halinen, A., A. Palojarvi, P. Karinen and T. Tontti. 2006.** Waste compost as fertilizers in field cultivation biological and chemical effects. MTT Agrifood Res. Finland. 56: 81-105.
- Hati, K.M., Mandal, K.G., Misra, A.K., Ghosh, P.K., and Bandyopadhyay, K.K. 2006.** Effect of inorganic fertilizer and farmyard manure on soil physical properties, root distribution, and water-use efficiency of soybean in Vertisols of central India. Bioresource Technol. 97: 2182-2188.
- Higgins, J.A.1984.** Land application of sewage sludge with regard to cropping systems and pollution potential. J.Environ .Qual 13(3): 441-448.
- Honway, J. J. 1992.** How a corn plant develops. Iowa Coop. Ext. Ser. Spec. Rep. 48.
- Horst, W. J., M. K. Schenk, A. Burkert, N. Classen, H. Flassa, W. B. Frommer and H. Goldbach. 2006.** The effect of bio-compost application on crop yield and nitrogen dynamic in soil. J. Plant Nutr. 92: 986-989.
- Hu. Y. and Barker. A.** Effects of compost and their combinations with other materials on nutrient accumulation in tomato leaves. Communication in Soil Science and Plant Analysis. 35:2809-2823.

Hunag B., and Taylor H.M.(1993). Morphological development and anatomical feature of wheat seedling and influenced by temperature and seedling depth. Crop Science,33:1269-1273.

Jones, C.A., Jacobsen, J.S., Mugaas, A., 2004. Effect of humic acid phosphorus availability and spring wheat yield. Fact. Fertilizer. 32. F. J. Stevenson, soil. Am. J, 40, 1665-672,1976

Kabirinejad SM, Hodaji M, Afyoni M, Azadany N. Comparison of compost fertilizer and manure application on the concentration of lead in soil under corn cultivation. Third National Congress Recycling and Renewable Resources in Organic Farming. Isfahan, Islamic Azad University Khovrasgan, Faculty of Agriculture, 24 to 26 May 2007.(in Persian, abstract in English)

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

Karakurt Y., Unlu H., and Padem H. 2009. The influence of foliar and soli fertiizationn of humic acid on yeild and quality of pepper. Plant soli science. 59(3): 233-237.

Kauser, A., Azam, F., 1985. Effect of humic acid on wheat seeding growth . Environmental and Experi. Bot. 25, 245-252.

Kaya, M., Atak, M., Khawar, K. M., Ciftci, C., and Ozcan, S. 2005. Effect of pre-sowing seed treatment with zinc and foliar spray of humic acids on yield of common bean. International Journal of Agricuture and Biology 6:875- 878.

Keeling, A.A., McCallum, K.R., and Beckwith, C.P. 2003. Mature green waste compost enhances growth and nitrogen uptake in wheat (*Triticum aestivum* L.) and oilseed rape (*Brassica napus* L.) through the action of water-extractable factors. Bioresource Technol. 90: 127-132.

Kelting M.,Harris J.R.,Fanelli J., and Appleton B.(1998). Biostimulants and soil amendmets affect two-year posttransplant growth of red maple and Washington hawthorn, HortScience,33:819-822.

Khoshgoftarmanesh, A. H. and M. Kalbasi. 2002. Effect of municipal waste leachate on soil properties and yield of rice. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 33: 2011-2020.

- Lima, J.C., de Queiroz, J.E.G., and Freitas, H.B., 2004.** Effect of selected and non-selected urban waste compost on the initial growth of corn. *Resources Conservation Recycling*. 42: 309-315.
- Lampkin, N. 1990.** Organic Farming. Farming press Bookes. Ipswich
- Latifi, N. and Mohammad dust, H. 1998.** Effect of time and amount of nitrogen fertilizer on grain yield of three cultivars of wheat in dry conditions. *Journal Agriculture Sciences and Natural Resources* (1 & 2): 82-88. (In Persian with English Summary)
- Liu, C. and Cooper, R.J. 2000.** Humic substances influence creeping bentgrass growth. *Golf Course Management* 49-53.
- Liu C.,Cooper R.J., and Bowman D.C.(1996).** Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass. *Crop Science*.
- Maccarthy, P. 2001.** The principles of humic substances. *Soil Science* 166:738–751.
- Mathers, A.C., B.A. Stewart and J.D.Thomas.1981. Manure effects on water intake and runoff quality from irrigated grain sorghum plots. *J. Environ Qual*. 10(3):782-785.
- Mackowiak, C.L., Grossl, P.R. and Bugbee, B.G. 2001.** Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. *Soil Science Soc Am J* 65:1744–1750.
- Mallikarjuna, M., Govindasamy, R., Chandrasekaran, S., 1987.** Effect of humic acid on sorghum vulgare var. CSH-9.Current. Sci. 56, 1273.
- Malcolm R.E., and vaghuan D.V.(1979).** Humic substances and phosphatase activities in plant tissues. *Soil Biology,Biochem*,11:253-259.
- Marjavi, A. and Jahadakbar, M.R., 2002.** Effect of municipal compost on chemical characteristics of soil, quality and quantity traits of sugarbeet. *Journal of Sugarbeet*,18: 1-14
- Maynard, A. A, 1991.** Interactive vegetable production using coposted animal anure. *Bulletin connectient Agric. Exper. Station*, No. 891, 13p.
- Maynard, A. 1995.** Cumulative effect of annual additions of MSW compost on the yield of field-grown tomatoes. *Compost Sci. Util.* 3 (2): 47-54.
- Mishra, B., Srivastava, L.L. 1988.** Physiological properties of has isolated form major soil associations of bihar. *Soil. Sci.* 36, 1-89.

Mingchu, Z., D. Heaney, E. Solberg and B. Hanriquez. 1998. The effect of MSW compost on wheat, barley, and canola in Grey Luvisolic soils of Alberta. *Agron. J.* 67: 67-70.

Mohammadi, K., Kalamian, S. and Nouri, F. 2007. Use of agricultural wastage as compost and its effect on grain yield of wheat cultivars. *National Con. on Agri. Wastage.* Tarbiat Modares University, Tehran, Pp: 219-224.

Mohammadian, M., and Malakouti, M.J. 2002. Evaluation the effect of two compost types on physical and chemical soil characteristics and corn yield. *J. Soil. Water. Sci.* 16 : 143-150.

Moreno, J. L., C. Garcia, T. Hernandez and J. A. Pascal. 1996. Transference of heavy metals from a calcareous soil amended with sewage sludge compost to barley plants. *Biosour. Technol.* 55: 251-258.

Movahedi Naeini, S.A.R., and Cook, H.F., 2000. Influence of municipal waste compost amendment on soil water and evaporation. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 31 : 3147-3161

Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry* 34: 1527–1536.

Nikbakht A.,Kafi M.,Babalar M.,Xia Y.P.,Luo A., and Etemadi N.A.(2008). Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of Gerbera. *Journal of Plant Nutrition*,31:2155-2167.

Padem. H., Ocal,A., Alan, R., 1999. Effect of humic acid added foliar fertilizer on quality and nutrient content of eggplant and pepper seedlings. *ISHS Acta Hort.* 491.

Pescod MB. Waste water treatment and use in agriculture. *FAO.*1992

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

Phukan, S. N. 1993. Effect of plant nutrition on the incidence of late blight disease of potato in relation to plant age and leaf position. *Indian journal of Mycol. Plant pathology* 23: 287-290.

Rahbarian P, Afsharmaneshb G and Shirzadic MH, 2010. Effects of drought stress and manure on relative water content and cell membrane stability in dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.), Plant Ecophysiol 2: 13-19.

Rahimi G. Studies on the effects of compost fertilizer salt Valvdgy amount of heavy metals uptake by corn from soils containing compost fertilizer. MS thesis, College of Agriculture, Isfahan University of Technology.1990.(in Persian, abstract in English)

Robin AK, Szmidt K, Andrew A, Dickson W. Use of compost in agriculture, Frequently Asked Questions (FAQs) .2001. Remade Scotland

Sahni. S., Sarma, B.K., Singh, D.P., Singh, H.B., and Singh, K.P. 2008. Vermicompost enhances performance of plant growth-promoting rhizobacteria in *Cicer arietinum* rhizosphere against *Sclerotium rolfsii*. Crop Prot. 27: 369-376.

Samavat, S., Malakuti, M. 2005. Samavat, S., and Malakooti, M. 2006. important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality agriculture productions. Water and soil researchers technical issue 463: 1- 13

Sangeetha, M., Singaram, P., Uma Devi, R., 2006. Effect of lignite humic acid and fertilizer on yield of onion and nutrient availability. International Union of Soil Sci. 21, 163.

Santiago, A., Jose, M., Carmona, E, and Delgado, A. 2008. Humic substances increase the effectiveness of iron sulfate and Vivianite preventing iron chlorosis in white lupin. Biology and Fertility of Soils 44(6): 875-883.

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

Sanchez–Sanchez A., Sanchez–Andreu J., Juarez M., Jorda J., and Bermudez D. 2006. Imporvement of iron uptake in table grape by addition of humic substancecs. Journal of Plant Nutrition. 29(2): 259-272.

Sanchez-Conde M.P.,Ortega C.B., and Perz Brull M.I.(1972). Effect Of humic acid on sugar beet in hydroponic culture. Arales de edafologia Y'i/grobialogia, 31:310-331.

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

- Sanchez–Sanchez A., Sanchez–Andreu J., Juarez M., Jorda J., and Bermudez D. 2006.** Improvement of iron uptake in table grape by addition of humic substances. *Journal of Plant Nutrition*. 29(2): 259-272.
- Sabahi, H., Ghalavand, A., Modarres Sanavy, A.M., and Asgharzadeh, A. 2008.** Comparing the effects of integrated and conventional fertilization systems on canola (*Brassica napus*) yield and chemical properties of soil. *Water Soil J.* 22(2): 1-15.
- Sebahattin, A., Necdet, C. 2005.,** Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield components of forage Turnip (*Brassica rapa* L.) *.Agronomy. J.* 4, 130-133.
- Sharif, M., Khattak, R. A., and Sarir, M. S. 2002.** Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. *Plant Analysis* 33: 3567–3580.
- Singer, J.W., Kohler, K.A., Liebman, M., Richard, T.L., Cambardella, C.A, and Buhler, D.D. 2004.** Tillage and compost affect yield of corn, soybean, and wheat and soil fertility. *Agron. J.* 96: 531-537.
- Singh A.K., and Beisin S.S. 1998.** Effectiveness of compost towards increasing productivity of some medicinal plants in skeletal soil. *Advances in Forestry Research in India*, 18:64-83.
- Shekour, G.M., Brathwate, R.A.I., and McDavid, C.R., 1987.** Dry season sweet corn response to mulching and anti- transpirations. *Agron. J.* 79: 629- 631.
- Sparks, D. L. 1996.** Method of Soil Analysis. Part III. Chemical Method. No. 5. Book Series, Soil Sci. Soc. Amer., Madison, WI.
- Stratton ML, Barker A. Ragsdale A.** Sheet composting overpowers weeds in restoration project.2000.*Biocycle* 4: 57-59.
- Shariff, M., 2002.** Effect of lignitic coal derived HA on growth and yield of wheat and maize in alkaline soil. Ph.D Thesis, NWFP Agric Univ Peshawar, Pakistan.
- Sladky, Z., Tichy, V., 1959.** Applications of humus substances to overground organs of plants. *Biol. Plant.* 1, 9-15.
- Stephan W.K., and Charles W.J.(1994).** Experimentation with Arkansas lignite to identify organic soil supplements suitable to regional agricultural needs.Proposal. Arkansas Tech University.
- Szmidt RAK.** Principles of composting. Technical Note.TN446. Pub.1997. SAC

Szmídt RAK. Report of the National waste strategy for Scotland. Composting Task Group. 1999.

Tejada, M., Gonzalez, J.L., Garcí'a-Martí'nez, A.M., and Parrado, J. 2008. Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. *Bioresource Technol.* 99: 1758-1767.

Tan, K. H., and. Nopamornbodi, V. 1979. Effect if Different levels of humic acid on nutrient content and growth of Corn (*Zea mays*). *Plant and Soil* 51: 283-287.

Tan, K.H. 2003. Humic Matter in Soil and the Environment. Marcel Dekker, New York.

Tartoura AH, 2010. Alleviation of oxidative-stress induced by drought through application of compost in wheat (*Triticum aestivum* L.) plants. *American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 9(2): 208-216.

Tattini, M., Bertoni, P., Landi, A. and Traversim, M.L. 1991. Effect of humic acids on growth and biomass portioning of container grown olive plants. *Acta Horticulturaea* 294: 75-80.

Tattini, M., . Chiarini, A., Tafani, R., Castagneto, M., 1990. Effect of humic acids on growth and nitrogen upyake of container – grown olive. (*OLEA EUROPAEA* L. 'MAURINO'). *Acta Hort. (ISHS)* 286, 125-128.

Taylor G., and Cooper L.(2004). Humic acid: The root to healthy plant growth. California State Science Fair,1610.

Theurer, J.C. 1979. Growth patterns in sugar beet production. *J. Am. Soc. sugar beet Technol.* 24: 343-367.

Todd, R.W., Klocke, N.L., Herger, G.W., and Parkhurst, A.M., 1991. Evaporation from soil influenced by crop shading, crop residue and wetting regime. *Transactions of the ASAE.* 34: 461- 466.

Tollenar, M. And Dwyer, L.M. 1999. Physiology of aize. Im: Smith and C.Hamel Crop Yield, Physiology and Processes. Springer- Verlag. Pp 169-204.

Turkmen, O., Dursun, A., Turan, M. and Erdinc, C. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato. *Soil and Plant Science* 54: 168-174.

- Turkmen, O., Demir, S., Sensoy, S and Dursun, A. 2005.** Effect of arbuscular mycorrhizal fungus and humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. *Journal of Biological Sciences* 5 (5): 565-574.
- Valdrighi, M.M., Pear, A., Agnolucci, M., Frassinetti, S., Lunardi, D. and Vallini, G. 1996.** Effects of compostderived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Cichorium intybus*) soil system: a comparative study. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 58: 133–144.
- Vaughan. D., 1974.** A possible mechanism for humic acid action on cell elongation in root segmentes of *Pisum Sativum* aseptic condition. *Soil Bio. Biu.* 6, 24-247.
- Vaughan, D. and Malcom R.E. 1985.** Influence of humic substances on growth and physiological processes. In: Vaughan, D., Malcom, R.E. (Eds.), *Soil Organic Matter and Biological Activity*, Martinus Nijhoff/ Junk W, Dordrecht, The Netherlands, pp.31: 37–76.
- Vaughan D., and Linehan D.(1976).** The growth of wheat plants in humic acid solutions under axenic conditions. *Plant Soil*,44:445-449.
- Vaughan, D., Linehan. D.J., 2004.** The growth of wheat plants in humic acid solutions under axenic conditions. *Plant and Soil.* 44, 445-449.
- Wang X.J., Wang Z.Q., and Li S.G.(1995).** The effect of humic acids on the availability of phosphorus fertilizers in alkaline soils. *Soil Use Manage*,11:99-102.
- Winser, R.N. Baldwin, E.D. 2004.** Corn arketing, pp. 735-799. In: *Corn, origin, history, technology and production*. Eds., Wyne simth,C. Betran, J. and Runge, E.C.A., John Willey and Sons. Inc.
- Wolf, D.W., Henderson, D.W., Hsiao, T. C. and Alvino, A. 1988.** Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize. I. Leaf area duration nitrogen distribution and yield. *Agronomy Journal* 80: 859-864.
- Xudan, X. 1986.** The effect of foliar application of fulvic acid on water use, nutrient uptake and wheat yield. *Aust. J. Agric. Res.* 37, 343-350.
- Yildirim, E. 2007.** Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. *Acta agriculturae Scandinavica section B. Journal of Soil and Plant Science.* 57: 182-186.

Effect of humic acid & compost application on quantitative and qualitative traits of Zea mays

Abstract

Many environmental and economical problems in urban waste disposal and increasing reduction of countries soil organic matter have caused more production and also application of fertilizer products from urban waste. Urban waste compost humus in the extraction and use of agricultural land can be millions of annual production of various crops and garden added. Another organic fertilizer is humic acid. Humic acid absorption capacity of nutrient is fast. Accordingly, this study examined the effect of compost application humic acid on qualitative and quantitative traits in maize crop 90 - 91 Shahrood University Agricultural Research Farm was located in Bastam. The experimental Factorial based on randomized complete block design with three replications was applied. In this project, effects of the two factors, humic acid and vermicompost, in four and three levels were investigated respectively. The traits including yield, plant height, seed weight, number of grain rows per ear, number of rows per ear, grain weight, biological yield, respectively. The results showed that compost application on all traits except number Kernel rows per ear and harvest index had a significant positive impact that the increasing use of compost Traits also increased. Also, it was observed that the treated humic acid also on all Measured traits except grain weight, number of grain rows per ear and harvest index had positive and significant impact So that the lowest and the highest yield was measured using no and 2400 ml humic acid.

Key words: maize , humic acid, compost.



Shahrood University of Technology
Faculty of Agronomy Science

M.SC.Thesis

Effect of humic acid & compost application on quantitative and qualitative traits of Zea mays

Omid Tarikhpasand Modaber

Supervisors:

Dr. M. R. Amerian

Dr. Sh. Gharanjik

Advisor:

Dr.H. Abasdokht

November 2012