





دانشکده کشاورزی  
گروه آگرو اکولوژی  
پایان نامه کارشناسی ارشد

مقایسه تاثیر کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ (SMC) و ورمی کمپوست با کود

شیمیایی نیتروژن بر برخی صفات و عملکرد ذرت (*Zea mays*)

آتنا صالحی فشمی

استاد راهنما:

دکتر حمیدرضا اصغری

استاد مشاور :

دکتر احمد غلامی

بهمن ۹۴

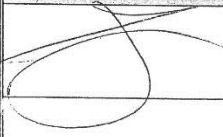
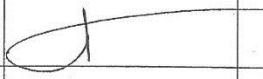
دانشگاه صنعتی شاهرود

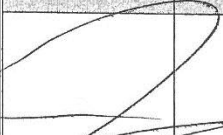
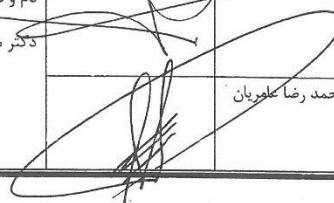
دانشکده کشاورزی  
گروه: زراعت و اصلاح نباتات

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای/ خانم آتنا صالحی فشمی به شماره دانشجویی: ۹۲۰۸۹۲۴

تحت عنوان: مقایسه تاثیر کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ (SMC) و ورمی کمپوست با کود شیمیایی نیتروژن بر برخی صفات و عملکرد ذرت (*Zea mays*)

در تاریخ ۹۴/۱۱/۲۰ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی گرایش اکولوژیک مورد ارزیابی و با درجه .....  
مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی: دکتر احمد غلامی		نام و نام خانوادگی: دکتر حمیدرضا اصغری
	نام و نام خانوادگی:		نام و نام خانوادگی:

امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی: دکتر منوچهر قلی پور		نام و نام خانوادگی: دکتر حمید عباس دخت
			نام و نام خانوادگی: دکتر محمد رضا علویان

تقدیم

به تمام کسانی که ناقوس انسانیت را به صدای می آورند.

حمد و سپاس یکتای بی‌همتای که لطفش بر ما عیان است، ادای شکرش را بیچ زبان و دریای فضلش را  
بیچ کمران نیست و اگر در این وادی هستیم، همه محبت اوست.

باشکر و قدردانی از زحمات بی‌دریغ و صبوری‌های اساتذہ انہما می‌محترم جناب آقای دکتر اصغری  
و مشاوره‌های ارزنده اساتذہ محترم جناب آقای دکتر غلامی.

ہمچنین از جناب آقای دکتر عباس دخت و جناب آقای دکتر عامریان کہ زحمت داوری این  
پایان نامہ با ایشان بودہ است و نمایندہ تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر قلی پور کمال شکر را

دارم.

# تعهد نامه

اینجانب آتنا صالحی فشمی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته کشاورزی اکولوژیک دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه مقایسه تاثیر کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ (SMC) و ورمی کمپوست با کود شیمیایی نیتروژن بر برخی صفات و عملکرد ذرت (*Zea mays*) تحت راهنمایی دکتر حمیدرضا اصغری متعهد می شوم.

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

## چکیده

آزمایش در سال ۱۳۹۳ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در یک مزرعه تحقیقاتی در ورامین-پیشوا انجام گردید. فاکتورهای آزمایش شامل باقی مانده کمپوست قارچ در سه سطح (۰، ۱ و ۲/۵ تن در هکتار)، ورمی کمپوست در دو سطح (۰، ۳/۵ تن در هکتار)، کود نیتروژن در دو سطح (۰، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بود. نتایج نشان داد که کاربرد کمپوست قارچ بر تمامی صفات مورد مطالعه به جز کربن آلی، تنفس و اسیدیته خاک تاثیر معنی داری داشت. در بیشتر موارد بین مصرف ۱ تن و ۲/۵ تن کمپوست قارچ از لحاظ آماری تفاوتی نبود. کاربرد ورمی کمپوست سبب افزایش ارتفاع، تعداد دانه در ردیف و ردیف بلال، وزن صد دانه، طول بلال، عملکرد بیولوژیک، نیتروژن خاک، درصد کلونیزاسیون میکوریزایی، درصد نیتروژن و پروتئین دانه شد. کاربرد نیتروژن تاثیر معنی داری بر ارتفاع، تعداد و طول بلال، وزن صد دانه، عملکرد دانه، درصد کلونیزاسیون میکوریزایی، درصد نیتروژن و پروتئین دانه، نیتروژن خاک و تنفس داشت. کاربرد همزمان کودهای آلی سبب افزایش ارتفاع، کربن آلی، تعداد ردیف بلال و عملکرد بیولوژیک شد. اثر متقابل کمپوست قارچ و نیتروژن تاثیر معنی داری بر تعداد و طول بلال، درصد نیتروژن و پروتئین دانه، درصد کلونیزاسیون میکوریزایی و عملکرد دانه داشت. همچنین اثر متقابل ورمی کمپوست و نیتروژن تاثیر معنی داری بر ارتفاع، نیتروژن خاک و کلونیزاسیون میکوریزایی داشت. کاربرد سه گانه تیمارها سبب افزایش ارتفاع، وزن صد دانه، نیتروژن خاک، درصد پروتئین و نیتروژن دانه و عملکرد بیولوژیک شد. بطور کلی استفاده از کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن شاخص های رشد نسبت به شاهد افزایش داد. در مجموع به نظر می رسد مدیریت مصرف کود نیتروژن در تلفیق با کودهای آلی علاوه بر عملکرد مطلوب ذرت و بهبود خصوصیات خاک، بتواند سبب صرفه جویی در مصرف کود نیتروژن گردد.

**کلمات کلیدی:** ذرت، باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست، کود نیتروژن

## مقالات مستخرجه از پایان نامه

۱. بررسی تاثیر کود های آلی باقی مانده کمپوست قارچ (SMC) و ورمی کمپوست در مقایسه با کود شیمیایی نیتروژن بر روی کلونیزاسیون میکوریزی و برخی خصوصیات خاک. دومین همایش یافته های نوین در محیط زیست و اکوسیستم های کشاورزی. تهران تیرماه ۱۳۹۴.

۲. بررسی تاثیر استفاده از کود های آلی باقی مانده کمپوست قارچ (SMC) و ورمی کمپوست در مقایسه با کود شیمیایی نیتروژن بر برخی خصوصیات رویشی گیاه ذرت. دومین همایش یافته های نوین در محیط زیست و اکوسیستم های کشاورزی. تهران تیرماه ۱۳۹۴.



## مطلب

فصل اول: مقدمه و کلیات .....	۱
مقدمه .....	۲
۲-۱ ذرت .....	۶
۱-۲-۱ گیاهشناسی ذرت .....	۷
۲-۲-۱ اکولوژی ذرت .....	۷
۱-۲-۲-۱ ترکیب دانه ذرت .....	۸
۳-۲-۱ جایگاه ذرت در ایران و جهان .....	۸
۳-۱ نیتروژن .....	۹
۱-۳-۱ اهمیت و نقش نیتروژن در گیاهان .....	۹
۲-۳-۱ اهمیت نیتروژن در ذرت .....	۱۰
۳-۳-۱ مضرات مصرف کودهای شیمیایی (نیتروژنه) .....	۱۱
۴-۱ اهمیت خاک .....	۱۲
۵-۱ وضعیت مواد آلی در خاک های ایران .....	۱۳
۱-۵-۱ تاثیر مواد آلی بر خصوصیات خاک .....	۱۴
۶-۱ اهمیت کودهای آلی .....	۱۵
۷-۱ کمپوست .....	۱۶
۸-۱ باقی مانده کمپوست قارچ (SMC) .....	۱۷
۱-۸-۱ خصوصیات باقی مانده کمپوست قارچ .....	۱۷
۲-۸-۱ مزایا و معایب باقی مانده کمپوست قارچ .....	۱۹
۹-۱ ورمی کمپوست .....	۲۱
۱-۹-۱ خصوصیات ورمی کمپوست .....	۲۲
۲-۹-۱ اثرات مفید ورمی کمپوست در خاک .....	۲۳
۱-۲-۹-۱ سطوح میکروارگانیزم های مفید .....	۲۳
۲-۲-۹-۱ کاهش نسبت C:N خاک .....	۲۳
۳-۲-۹-۱ توانایی تحریک رشد گیاه .....	۲۳
۱۰-۱ مصرف توام کود آلی و شیمیایی .....	۲۵
فصل دوم: بررسی منابع .....	۲۷

۲۸	۱-۲ تاثیر باقی مانده کمپوست قارچ بر رشد و عملکرد گیاهان
۳۱	۲-۲ تاثیر باقی مانده کمپوست قارچ بر خصوصیات خاک
۳۳	۳-۲ تاثیر باقی مانده کمپوست قارچ بر کاهش بیماری ها و زیست پالایی
۳۴	۴-۲ تاثیر ورمی کمپوست بر رشد و عملکرد گیاهان
۳۶	۵-۲ تاثیر ورمی کمپوست در تلفیق با کود شیمیایی بر عملکرد گیاه و خصوصیات خاک
۳۸	۶-۲ تاثیر ورمی کمپوست بر خصوصیات خاک
۳۹	۷-۲ تاثیر ورمی کمپوست بر کاهش بیماری های گیاهی
۴۱	فصل سوم: مواد و روش ها
۴۲	۱-۳ زمان و محل اجرای آزمایش
۴۲	۲-۳ موقعیت شهرستان ورامین از نظر جغرافیایی
۴۲	۳-۳ شرایط آب و هوایی منطقه
۴۳	۴-۳ خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش
۴۴	۵-۳ نوع و قالب طرح آزمایشی
۴۵	۶-۳ نقشه طرح
۴۶	۷-۳ عملیات اجرایی
۴۶	۱-۷-۳ آماده سازی زمین و کاشت
۴۷	۲-۷-۳ مرحله داشت
۴۷	۳-۷-۳ مرحله برداشت
۴۸	۱-۳-۷-۳ نمونه برداری در طی فصل رشد
۴۸	۲-۳-۷-۳ نمونه برداری عملکرد
۴۸	۸-۳ اندازه گیری کلونیزاسیون میکوریزایی ریشه
۴۹	۹-۳ اندازه گیری نیتروژن و پروتئین دانه
۵۰	۱۰-۳ اندازه گیری برخی خصوصیات خاک
۵۰	۱-۱۰-۳ درصد کربن آلی خاک
۵۱	۲-۱۰-۳ نیتروژن کل خاک
۵۲	۳-۱۰-۳ تنفس خاک
۵۳	۱۱-۳ برآورد شاخص های رشد
۵۳	۱-۱۱-۳ اندازه گیری سطح برگ (LAI)
۵۳	۲-۱۱-۳ سرعت رشد گیاه (CGR)
۵۴	۳-۱۱-۳ سرعت رشد نسبی (RGR)
۵۴	۴-۱۱-۳ سرعت جذب خالص یا سرعت فتوسنتز خالص (NAR)
۵۵	۱۲-۳ تجزیه و تحلیل آماری
۵۷	فصل چهارم: نتایج و بحث

۵۸	..... ۱-۴ ارتفاع بوته
۶۰	..... ۲-۴ تعداد بلال در بوته
۶۱	..... ۳-۴ طول بلال
۶۲	..... ۴-۴ تعداد ردیف بلال
۶۳	..... ۵-۴ تعداد دانه در ردیف بلال
۶۶	..... ۶-۴ وزن صد دانه
۶۷	..... ۷-۴ درصد نیتروژن دانه
۶۹	..... ۸-۴ درصد پروتئین دانه
۷۰	..... ۹-۴ عملکرد بیولوژیک
۷۲	..... ۱۰-۴ عملکرد دانه
۷۴	..... ۱۱-۴ درصد کلونیزاسیون میکوریزایی
۷۷	..... ۱۲-۴ کرین آلی
۷۸	..... ۱۳-۴ نیتروژن کل خاک
۸۰	..... ۱۴-۴ تنفس میکروبی
۸۱	..... ۱۵-۴ اسیدیته خاک
۸۲	..... ۱۶-۴ بررسی روند آنالیزهای رشد
۸۲	..... ۱-۱۶-۴ شاخص سطح برگ (LAI)
۸۵	..... ۲-۱۶-۴ سرعت رشد محصول (CGR)
۸۸	..... ۳-۱۶-۴ سرعت رشد نسبی (RGR)
۹۰	..... ۴-۱۶-۴ سرعت جذب خالص (NAR)
۹۷	..... فصل پنجم: پیوست ها
۹۴	..... نتیجه گیری
۹۵	..... پیشنهاد ها
۱۰۱	..... منابع

## شکل

- شکل ۳-۱- نقشه کاشت ..... ۴۵
- شکل ۴-۱- اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و نیتروژن بر تعداد بلال در بوته ..... ۶۱
- شکل ۴-۲- اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و نیتروژن بر طول بلال ..... ۶۲
- شکل ۴-۳- اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و ورمی کمپوست بر تعداد ردیف در بلال ..... ۶۳
- شکل ۴-۴- تاثیر باقی مانده کمپوست قارچ بر تعداد دانه در ردیف بلال ..... ۶۵
- شکل ۴-۵- تاثیر ورمی کمپوست بر تعداد دانه در ردیف بلال ..... ۶۵
- شکل ۴-۶- اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و نیتروژن بر عملکرد دانه ..... ۷۴
- شکل ۴-۷- اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و نیتروژن بر درصد کلونیزاسیون میکوریزایی ..... ۷۵
- شکل ۴-۸- اثر متقابل نیتروژن و ورمی کمپوست بر درصد کلونیزاسیون میکوریزایی ..... ۷۶
- شکل ۴-۹- اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و ورمی کمپوست بر درصد کرین آلی ..... ۷۸
- شکل ۴-۱۰- تاثیر کود شیمیایی نیتروژن بر درصد تنفس میکروبی خاک ..... ۸۱
- شکل ۴-۱۱- تاثیر سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ بر شاخص سطح برگ ..... ۸۴
- شکل ۴-۱۲- تاثیر ورمی کمپوست بر شاخص سطح برگ ..... ۸۴
- شکل ۴-۱۳- تاثیر نیتروژن بر شاخص سطح برگ ..... ۸۵
- شکل ۴-۱۴- تاثیر سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ بر سرعت رشد محصول ..... ۸۷
- شکل ۴-۱۵- تاثیر ورمی کمپوست بر سرعت رشد محصول ..... ۸۷
- شکل ۴-۱۶- تاثیر نیتروژن بر سرعت رشد محصول ..... ۸۸
- شکل ۴-۱۷- تاثیر سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ بر سرعت رشد نسبی ..... ۸۹
- شکل ۴-۱۸- تاثیر ورمی کمپوست بر سرعت رشد نسبی ..... ۹۰
- شکل ۴-۱۹- تاثیر نیتروژن بر سرعت رشد نسبی ..... ۹۰
- شکل ۴-۲۰- تاثیر سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ بر سرعت جذب خالص ..... ۹۲
- شکل ۴-۲۱- تاثیر ورمی کمپوست بر سرعت جذب خالص ..... ۹۲
- شکل ۴-۲۲- تاثیر نیتروژن بر سرعت جذب خالص ..... ۹۳

## جدول

- جدول ۱-۳: اطلاعات اقلیمی ۳۰ سال اخیر منطقه ورامین در طی دوره رشد ذرت ..... ۴۳
- جدول ۲-۳: نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش قبل از کشت ..... ۴۴
- جدول ۳-۳: نتایج تجزیه شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده در آزمایش ..... ۴۶
- جدول ۴-۳: نتایج تجزیه شیمیایی باقی مانده کمپوست قارچ مورد استفاده در آزمایش ..... ۴۷
- جدول ۱-۴: مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن بر ارتفاع بوته ..... ۵۹
- جدول ۲-۴: مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن بر وزن صد دانه ..... ۶۷
- جدول ۳-۴: مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن بر درصد نیتروژن دانه ..... ۶۸
- جدول ۴-۴: مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن بر درصد پروتئین دانه ..... ۷۰
- جدول ۵-۴: مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک ..... ۷۲
- جدول ۶-۴: مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن بر درصد نیتروژن خاک ..... ۷۹
- جدول پیوست ۱- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه در گیاه ذرت تیمار شده با باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن ..... ۹۸
- جدول پیوست ۲- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه در گیاه ذرت تیمار شده با باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن ..... ۹۹
- جدول پیوست ۳- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه در گیاه ذرت تیمار شده با باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن ..... ۱۰۰



# فصل اول

## مقدمه و کلیات

## ۱-۱ مقدمه

جمعیت کره زمین پیوسته در حال افزایش است. این جمعیت که در سال ۱۹۳۰ میلادی تنها ۲ میلیارد نفر بود، در سال ۱۹۹۰ به ۵/۳ میلیارد نفر رسید و در سال ۲۰۰۰ میلادی از ۶ میلیارد نفر تجاوز کرد و پیش بینی می شود که در سال ۲۰۵۰ میلادی به ۸/۵ میلیارد نفر برسد (فائو، ۲۰۰۶).

بیش از سه چهارم جمعیت جهان مربوط به کشورهای در حال توسعه است و متأسفانه سهم عمده ی افزایش جمعیت مربوط به این کشورها می باشد که امروزه با مشکل گرسنگی و سو تغذیه دست به گریبان هستند، به گونه ای که ۲۰ درصد جمعیت این کشورها هم اکنون دچار سو تغذیه هستند. افزایش جمعیت این کشورها به معنای افزوده شدن بر شمار گرسنگان است. گرچه شمار زیادی از متخصصان بر این باورند که گرسنگی کنونی بشر عمدتاً به دلیل توزیع ناعادلانه غذا است، ولی اگر همچنان جمعیت به گونه ای بی رویه افزایش یابد، ممکن است گرسنگی آینده بشر به دلیل کافی نبودن تولید غذا باشد (گالاچر، ۱۹۸۴). پیش بینی شده است که جمعیت کشور ما در سال ۱۴۰۰ بر مبنای نرخ رشد ۲ درصد، از ۱۲۰ میلیون نفر تجاوز کند و بر مبنای نرخ رشد ۳ درصد، به ۱۴۳ میلیون نفر برسد (مظاهری، ۱۳۷۶).

بنابراین تامین غذا و امنیت غذایی جایگاه مهمی در زندگی اجتماعی، اقتصادی و سیاسی کشورها دارد. در این راستا توجه به امنیت غذایی از جمله مهم ترین دغدغه های مهم هر دولت در سال های اخیر بوده است (کلانتری، ۱۳۸۳).

تنوع ژنتیکی بالا و ارزش غذایی فراوان ذرت باعث شده که گیاه ذرت (*Zea mays*) در ردیف مهم ترین گیاهان زراعی ایران و جهان قرار داده شود (نور محمدی و همکاران، ۱۳۸۴). از آنجایی که مصرف داخلی ذرت دانه ای در کشور ۲/۸ میلیون تن در سال است و تولید داخلی فقط ۱/۷ میلیون



تن (۴۳ درصد مصرف کشور) از نیازهای مربوطه را برآورده می‌سازد (فائو). بنابراین توسعه و گسترش این محصول راهبردی دارای اهمیت می‌باشد. محدودیت اراضی مستعد و قابل کشت همراه با افزایش تقاضا برای مواد غذایی، محققین را با چالشی بزرگی روبرو نموده است. به همین جهت، در شرایطی که عملاً توسعه اراضی کشور مقدور نیست، بیشتر نگاه‌ها به افزایش عملکرد در واحد سطح معطوف شده است. از مولفه‌های اساسی افزایش عملکرد محصولات، مصرف بیشتر نهاده‌ها به ویژه کودهای شیمیایی است (قربانی، ۱۳۸۶).

ذرت گیاهی است که نیاز بالایی به عناصر غذایی از جمله نیتروژن دارد (کلباسی و همکاران، ۱۹۹۸). بنابراین به منظور برداشت عملکرد بالا به مقدار زیادی کود نیتروژن نیاز دارد (باری و میلر، ۱۹۸۹). متأسفانه کودهای نیتروژنه بطور موثر استفاده نشده و کارایی آن پایین است (ملکوتی، ۱۳۷۱). متوسط کارایی نیتروژن برای غلات ۳۳-۳۰ درصد ذکر کرده اند که این میزان برای کشورهای در حال توسعه و پیشرفته به ترتیب ۲۹ و ۴۲ درصد است (راون و همکاران، ۱۹۹۹). کمی کارایی نیتروژن به دلیل هدررفت آن از طریق نترات‌زدایی، آبشویی و تصعید آمونیوم می‌باشد. این هدررفت نه تنها منجر به کاهش کارایی استفاده از نیتروژن می‌گردد بلکه سهم بزرگی را در آلودگی زیست محیطی را دارد (تاجبخش، ۱۳۸۲).

بطور کلی در چند دهه اخیر مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک‌ها گردیده است (شارما، ۲۰۰۲). همچنین امروزه به دلیل استفاده بی‌رویه از کود شیمیایی، مواد آلی زمین‌های کشاورزی در ایران کاهش یافته و ترکیب خاک به بافت سخت و نامطلوب تبدیل شده است (نقوی مرمتی و همکاران، ۲۰۰۷). در راستای توسعه کشاورزی پایدار و کاهش مصرف کودهای شیمیایی، لازم است از کودهای آلی یا بیولوژیک استفاده گردد. به گزارش

وزارت کشاورزی آمریکا، سرعت آزاد سازی نیتروژن از کمپوست و ورمی کمپوست متفاوت از سرعت آزاد سازی آن در کود شیمیایی است، به طوری که معمولاً ۲۵ درصد محتوا نیتروژن در سال اول و بعد در هر ساله ۱۰ درصد از آن به خاک آزاد می‌گردد (سیکورا و اسمیت، ۲۰۰۱). این امر بیانگر آن است که بر خلاف کودهای شیمیایی، نیتروژن موجود در این نوع کودهای آلی به صورت ترکیب با عناصر دیگر به فرم آلی ظاهر می‌گردد.

باز یافت از ضایعات زیستی نقش اساسی در کاهش آلودگی های زیست محیطی دارد. با توجه به حجم بالای ضایعات و پسماند های بستر پرورش قارچ، باقی مانده کمپوست قارچ<sup>۱</sup> می تواند به عنوان کود آلی مورد استفاده قرار گیرد (اوزگون، ۱۹۹۸). کمپوست قارچ یکی از فرآورده های جانبی صنعت تولید قارچ خوراکی است که به بقایای باقیمانده بستر پرورش قارچ اطلاق می شود (فروتوس ۲۰۱۰). اجزای اصلی باقیمانده کمپوست قارچ شامل کاه گندم، کود اسبی، کلش، کود مرغی، پوست دانه پنبه، و سنگ گچ است (گریس، ۱۹۸۸). باقی مانده کمپوست قارچ می تواند در موارد مختلف کشاورزی و باغبانی به عنوان اصلاح کننده خاک، بهبود ساختمان خاک، کاهش فشردگی خاک، بهبود شرایط زهکشی و افزایش فعالیت میکروبی در خاک مورد استفاده قرار گیرد همچنین می تواند به دلیل وجود عناصر غذایی قابل استفاده، به عنوان یک منبع غذایی مهم برای گیاه محسوب و به کار گرفته شود. باقی مانده کمپوست قارچ، دارای مقادیر قابل توجهی هوموس و عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم و همچنین دامنه گسترده ای از عناصر غذایی کم مصرف می باشد. مهم ترین خصوصیت باقی مانده کمپوست قارچ مقدار مواد آلی بالای آن است (لور و همکاران، ۱۹۸۴).

از دیگر کودهای آلی می توان به ورمی کمپوست اشاره کرد. تبدیل پسماند های آلی به ورمی کمپوست دارای ارزش افزوده فراوانی است، چرا که از یک طرف پسماندها به تولیدات با ارزشی تبدیل

---

<sup>1</sup> - Spent Mushroom Compost (SMC)

می‌شوند از طرف دیگر آلاینده‌ها را کنترل می‌کند (کایوشیک و جرج، ۲۰۰۳). گونه‌ای از کرم‌های خاکی که به کرم زباله نیز معروف هستند، پس از هضم ضایعات آلی آن‌ها را به مواد مفیدی برای رشد گیاهان تبدیل می‌کنند که به فرآورده نهایی حاصل از آن ورمی کمپوست می‌گویند (گونادی و همکاران، ۲۰۰۲).

مطالعات نشان دادند که ورمی کمپوست از طریق افزایش ظرفیت نگهداری آب، تامین عناصر غذایی و تولید هورمون‌های گیاهی که اثرات مفیدی بر جوانه زنی بذر دارند، می‌تواند رشد و نمو گیاهان را بهبود بخشد (توماتی و همکاران، ۱۹۸۸). ورمی کمپوست دارای قدرت بالای جذب و نگهداری آب و عناصر غذایی، و در نتیجه تخلخل زیاد، تهویه و زهکشی مناسب می‌باشد و استفاده از آن در کشاورزی پایدار علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک (نظیر قارچ‌های میکوریزا و باکتری‌های موجود در ریزوسفر نظیر میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات) در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (آرانکون، ۲۰۰۴).

بدیهی است که استفاده از کودهای آلی ضمن تامین عناصر غذایی گیاه، می‌تواند به کاهش هزینه‌های مربوط به تولید و جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف نادرست کودهای شیمیایی موثر باشد. در این پژوهش مقایسه تاثیر کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ (SMC) و ورمی کمپوست با کود شیمیایی نیتروژن بر برخی صفات و عملکرد ذرت (*Zea mays*) مورد بررسی قرار گرفت.

با توجه امتیازات متعدد استفاده از کودهای آلی و اهمیت ذرت در بین محصولات کشاورزی مهمترین اهدافی که در این پژوهش مد نظر می‌باشد عبارتند از:

- ارزیابی تاثیر ترکیب کودهای آلی بر رشد و عملکرد گیاه ذرت
- مقایسه کاربرد و امکان جایگزینی کودهای آلی با کود شیمیایی در زراعت ذرت
- بررسی تاثیر کودهای آلی و شیمیایی در برخی خصوصیات شیمیایی و بیولوژیکی خاک

## ۲-۱ ذرت

ذرت از لحاظ فتوسنتزی گیاهی چهار کربنه (C<sub>4</sub>) و بومی مناطق گرمسیری است و وسعت سازگاری و تطابق آن باعث شده در نواحی معتدل و سرد سیر کشت شود (میرهادی، ۲۰۰۱). ذرت پس از گندم و برنج، مهمترین ماده غذایی دنیا را تشکیل می‌دهد (پالمن، ۱۹۵۹).

خاستگاه ذرت قاره آمریکاست (جنوب مکزیک) و پیشینه ی کشت آن به ۸ تا ۱۰ هزار سال پیش می‌رسد (تالنار و دویر، ۱۹۹۹). نام گونه ی ذرت (*Mays*) از واژه ی mahis گرفته شده که نام قبیله ای در قاره آمریکاست (فائو، ۲۰۰۰).

در بین غلات، ذرت بیشترین تنوع مصرف کننده را داراست، زیرا ذرت افزون بر مصرف به عنوان غذای انسان (کنسرو یا تهیه غذا در خانه) و به عنوان علوفه برای دام ها، در صنایع تخمیر و تهیه فرآورده های متنوع صنعتی از جمله اتانل نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد (فائو، ۲۰۰۰). به نظر می‌رسد اهمیت ذرت در آینده زیادتیر شود زیرا در کشورهای فقیر غذای اصلی است، و در کشورهای غنی برای تولید پروتئین حیوانی ضروری است (فائو، ۲۰۰۰).

## ۱-۲-۱ گیاهشناسی ذرت

ذرت با نام علمی (*Zea mays*) یک گیاه زراعی یکساله، تک لپه و از خانواده غلات است. ارقامی از ذرت با طول ساقه ۶۰ سانتی متر و ۷ برگ تا ارقامی با ارتفاع ۷ متر و ۴۸ برگ وجود دارد. طول برگ ها از ۳۰ تا ۱۵۰ سانتی متر و عرض آن ها از ۴ تا ۱۵ سانتی متر متغیر است (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶). تنوع فنوتیپی زیاد این گیاه، امکان گزینش فنوتیپ های مورد نظر را با ویژگی های مطلوب فراهم می سازد. در ارقام تجاری به طور معمول ارتفاع ساقه ۲ تا ۳ متر با ۱۶ تا ۲۳ برگ است (تالنار و دویر، ۱۹۹۹).

شمار برگ ها در هر ساقه و شاخص سطح برگ در ارقام دیررس زیادتر است (تالنار و دویر، ۱۹۹۹). در هیبریدهای جدید ذرت برگ ها برای مدت طولانی تری سبز می ماندند و عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت زیادتر است (تالنار و دویر، ۱۹۹۹). ذرت، در اصل گیاهی روز کوتاه کمی است، گرچه ذرت هایی که در نواحی معتدل کشت می شوند، حساسیت چندانی به طول روز ندارند، اما ذرت های نواحی گرمسیری روز کوتاه هستند و در طول روز های بیش از ۱۲/۵ ساعت گلدهی در آنها به تاخیر می افتد (فائو، ۲۰۰۰).

## ۱-۲-۲ اکولوژی ذرت

به دلیل گوناگونی زیاد در ارقام ذرت، امکان کشت آن در محدوده ی گسترده ای از شرایط آب و هوایی وجود دارد. ذرت در خاک های گوناگون به عمل می آید و قدرت تحمل pH در محدوده ۵ تا ۸ را داراست (اسپراو و دادلی، ۱۹۸۸). دمای کمینه برای جوانه زنی ذرت  $10^{\circ}\text{C}$  است. کاشت زود هنگام ذرت در بهار با هدف استفاده ی بیشتر از انرژی تابشی، نهال بذر ها را با خطر سرمای اول بهار

روبرو می‌کند. چنانچه در اول فصل، هوا سرد (کمتر  $10^{\circ}\text{C}$ ) و مرطوب باشد، رشد اولیه نهال بذر ها بسیار کند خواهد بود و ممکن است سبز شدن بذر ذرت ۴ تا ۵ روز سبز شود (تالنار و دویر، ۱۹۹۹).  
دمای بهینه برای جوانه زنی ذرت  $20^{\circ}\text{C}$  -  $18^{\circ}\text{C}$  و برای رشد رویشی  $30^{\circ}\text{C}$  -  $20^{\circ}\text{C}$  می باشد. در دماهای بیش از  $37^{\circ}\text{C}$  تلقیح گل ها با مشکل روبرو شده و پوکی دانه‌ها زیاد می‌شود. ذرت بر اساس تاریخ گلدهی به انواع بسیار زودرس ( $80$  تا  $90$  روزه)، زودرس ( $90$  تا  $100$  روزه)، متوسط رس ( $100$  تا  $110$  روزه)، و دیر رس ( $110$  تا  $130$  روزه) تقسیم بندی می کنند. به طور معمول ذرت های دیر رس عملکرد بیشتری دارند (فائو، ۲۰۰۰). ذرت هایی که در نواحی گرمسیری کشت می شوند، در مقایسه با ذرت نواحی معتدله تعداد برگ بیشتری در هر بوته تولید می‌کنند، دلیل این امر عدم محدودیت دما در طول فصل رشد برای این ذرت ها می باشد (فائو، ۲۰۰۰).

### ۱-۲-۲-۱ ترکیب دانه ذرت

نشاسته ترکیب عمده ی ذرت دانه ای را تشکیل می‌دهد و تقریبا تمام استفاده‌ی صنعتی از ذرت بر مبنای نشاسته موجود در آن است (تالنار و دویر، ۱۹۹۹). افزون بر این در رویان ذرت ۳۰ تا ۳۷ درصد روغن وجود دارد که استخراج و به عنوان روغن ذرت مورد استفاده قرار می‌گیرد (اسپراو و دادلی، ۱۹۸۸). آندوسپرم ۸۳ درصد، رویان ۱۱ درصد و پریکاب ۶ درصد وزن دانه ذرت را تشکیل می‌دهند (تالنار و دویر، ۱۹۹۹).

### ۱-۲-۳ جایگاه ذرت در ایران و جهان

در سال ۲۰۱۴ تولید جهانی ذرت  $1021/6$  میلیون تن بوده است که از مساحتی معادل  $183/3$  میلیون هکتار بدست آمده است (فائو، ۲۰۱۴). عمده ترین محل پراکنش ذرت عرض جغرافیایی ۳۰

تا ۵۵ درجه می باشد (اسپراو و دادلی، ۱۹۸۸). مهم ترین کشور تولید کننده ذرت، آمریکا می باشد. آمریکا با ۳۸/۹ درصد سطح زیر کشت جهانی ذرت، اندکی بیشتر از نیمی از تولید جهانی ذرت را به خود اختصاص داده است. میزان تولید در آمریکا تقریباً ۳۶۱/۰۹ میلیون تن در سال ۲۰۱۴ است. بزرگترین صادر کننده ذرت را کشورهای آمریکایی، فرانسه و آرژانتین و بزرگترین وارد کنندگان آن را ژاپن، روسیه و کره ی جنوبی تشکیل می دهند (اسپراو و دادلی، ۱۹۸۸).

در سال زراعی ۲۰۱۴ سطح زیر کشت ذرت دانه ای در ایران معادل ۲۹۶ هزار هکتار بوده که از آن بیش از ۲/۶۰ میلیون تن ذرت دانه ای برداشت شده است. در بین استان های کشور، استان های خوزستان، فارس و کرمانشاه بیشترین سطح کشت و تولید نسبت به سایر استان ها به خود اختصاص داده اند (فائو).

## ۳-۱ نیتروژن

### ۱-۳-۱ اهمیت و نقش نیتروژن در گیاهان

نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی در تولید گیاهان زراعی است که مقدار آن در گیاهان بعد از کربن و هیدروژن بیش از سایر عناصر غذایی بوده (ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۰). منبع اصلی نیتروژن که به وسیله گیاهان استفاده می شود گاز  $N_2$  است که ۷۸ درصد هوا را تشکیل می دهد. این عنصر نقش اساسی در باروری گیاهان ایفا می کند زیرا یک ترکیب اصلی در اسید آمینه، پروتئین ها، اسیدهای نوکلئیک و کلروفیل می باشد. به علاوه نیتروژن نقش ویژه ای در استقرار گیاه و کسب توانایی های

فتوسنتزی و فیزیولوژیکی متعدد دارد که در نهایت تاثیر مستقیمی بر روی عملکرد خواهد داشت (اندرسون، ۱۹۸۴).

وظیفه اصلی نیتروژن تکثیر سلولی، افزایش طول سلول و تمایز سلول است. با تامین نیتروژن کافی گیاه بلند تر شده شاخه ها و برگ های با کلروفیل بیشتری تولید نموده و سطح فتوسنتز کننده افزایش می یابد که نتیجه این امر، تولید بیشتر ماده خشک در گیاه می باشد. همچنین افزایش نیتروژن در گیاه سبب افزایش بنزل آدنین می گردد که می تواند پیری را به تاخیر انداخته و شکل میوه را نیز تغییر دهد (صالحی، ۱۳۸۰).

نیتروژن در خاک و گیاه پویا می باشد و کمبود آن در گیاه سبب تجزیه پروتئین در برگهای مسن و تبدیل آن به اسیدهای آمینه محلول و انتقال آن به قسمت های جوان تر و مریستم می گردد. از علائم ظاهری کمبود این عنصر پدیدگی رنگ یا زردی برگها، ریزش قبل از موعد برگهای مسن، کوچک ماندن و رشد کم گیاه، ساقه های راست و کشیده، کم شدن شاخه شدن، کوچکی گلها و بالاخره افت کمی و کیفی محصول می باشد که معلول تجزیه کلروپلاست ناشی از تجزیه پروتئین و کاهش کلروفیل است (منگل و کرکبی، ۱۳۷۶).

### ۱-۳-۲ اهمیت نیتروژن در ذرت

تغذیه صحیح گیاه یکی از عوامل مهم در بهبود کمی و کیفی محصول است. ذرت گیاهی است که نیاز بالایی به نیتروژن دارد و هر اندازه حاصلخیزی خاک پایین تر باشد، واکنش آن نسبت به کود نیتروژنه بیشتر خواهد بود. برخلاف سایر غلات (گندم، جو و...) با افزایش نیتروژن، عملکرد دانه ذرت بیشتر از عملکرد بیولوژیک و قسمت های سبزینه ای گیاه افزایش پیدا می کند (تاجبخش، ۱۳۷۵). در ذرت کمبود نیتروژن بر روی خصوصیات مرفولوژیک تاثیر منفی دارد به طوری که در آزمایشات



مشاهده شده است که کمبود نیتروژن، وزن دانه در بلال، طول بلال، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد دانه ذرت را به طور معنی داری کاهش می دهد (منووکس و همکاران، ۲۰۰۵).

### ۱-۳-۳ مضرات مصرف کودهای شیمیایی (نیتروژنه)

ورود کودهای شیمیایی باعث شده است که چرخه عناصر غذایی مختل و تولیدات کشاورزی کاملاً وابسته به مصرف کودهای شیمیایی شود که همین وابستگی به نهاده های خارجی، پایداری کشت بوم ها را به شدت کاهش می دهد (کامکار و مهدوی دامغانی، ۱۳۸۷). شارپلی و اسمیت (۱۹۸۳) و اسمیت و یانگ (۱۹۷۵) اثر ناشی از ۷۲ سال کشت مصرف کود را از طریق کمی کردن مقادیر نسبی و توزیع و اشکال کربن، ازت در ۸ نوع خاک که معرف مناطق مختلف زراعی ایالات متحده هستند را بررسی کردند. نامبردگان با مقایسه خاک های زراعی و خاک های دیگر نشان دادند که به طور متوسط غلظت کربن آلی و ازت کل در افق های سطحی خاک زراعی (۰ تا ۱۵ سانتی متر) به ترتیب ۴۲ و ۳۵ درصد کاهش یافت که نشان می دهد مصرف کود در حاصلخیزی ذاتی خاک تغییراتی دقیقی حاصل می کند. همچنین مصرف بیش از اندازه این کودها نه تنها کارایی تولید کاهش می دهد، بلکه ورود مواد معدنی و ترکیبات زیانبار نیتروژن به آبها سطحی و زیرزمینی موجب آلودگی منابع آب و خاک می شود (کامکار و مهدوی دامغانی، ۱۳۷۸). در حال حاضر تداوم مصرف کودهای شیمیایی در بعضی مناطق موجب سخت شدن ساختمان خاک و مشکل شدن عملیات زراعی شده است (کرمی، ۱۳۷۶).

از جمله معایب این کودها می توان به هزینه های بالای تولید تخریب و تغییر کیفیت خاک ورود آلودگی به زنجیره های غذایی و کاهش کیفیت محصولات کشاورزی اشاره کرد. ونس (۲۰۰۱) گزارش کرد آلودگی آب های سطحی و زیرزمینی، آلودگی جوی کاهش تنوع زیستی و جلوگیری از عملکرد

طبیعی اکوسیستم از دیگر اثرات منفی این کودهاست. پایین بودن کارایی نیتروژن به دلیل هدر رفت آن از طریق نیترات زدایی، آبشویی و تصعید آمونیوم است. این هدر رفت نه تنها منجر به کاهش کارایی استفاده از نیتروژن می‌شود، بلکه اثرات مخربی بر انسان و محیط زیست دارد (ملکوتی و نفیسی، ۱۳۷۱). از دیدگاه اقتصادی لازم است که این کارایی افزایش یابد تا در نتیجه آن محیط زیست نیز حفظ شود. استفاده از ارقامی با کارایی بالای مصرف نیتروژن، رعایت تناوب زراعی، توصیه دقیق کودی با توجه به نیاز گیاه، مصرف به موقع کودها از نظر زمان و تقسیط با توجه به مرحله رشد گیاه، شکل کود، نوع کود (کودهای نیتروژنه کند رها شونده)، تغییر میزان نیتراتی شدن و نیترات زدایی با استفاده از مواد شیمیایی، شیوه کاربرد کود و روش آبیاری از جمله راه های افزایش کارایی استفاده از نیتروژن می‌باشند.

به همین منظور در جهت کاهش مصرف کود شیمیایی (نیتروژن) و مدیریت صحیح پایدار خاک بایستی به سمت استفاده از منابع جایگزین و کاهش هر چه بیشتر کود شیمیایی برویم که از آن جمله می‌توان به استفاده از کودهای آلی اشاره کرد.

#### ۴-۱ اهمیت خاک

در قرن حاضر انسان با دستیابی به نیروی شگرف قادر گردیده ماهیت دنیای خویش را دگرگون سازد و با گذشت زمان، توان این نیرو نه تنها از نظر قدرت تخریبی افزایش یافته، بلکه ماهیت آن نیز تغییر کرده است. مهم ترین زنگ خطری که درباره تاثیر صدمات انسان بر محیط پیرامون خود به صدا درآمده است فرسایش و آلودگی خاک و آب است. در این میان کارکرد خاک به عنوان جز فراگیر پوسته زمین در بسیاری از موارد در شرف اختلال است. چرا که مواد شیمیایی فراوانی که بر روی مزارع، باغ ها و کشتزارها پاشیده می‌شوند، مدت ها در خاک باقی مانده وارد بدن موجودات زنده شده

و زنجیره وار از موجودی به موجود دیگر انتقال می‌یابد و عوارض و نشانه های خود را آشکار می‌سازند. هرچند تامین مواد لازم برای رشد گیاهان و جانداران و تبدیل به احسن کردن پسمانده های طبیعت از وظایف اصلی خاک می‌باشد اما هنگامی که خود به هر دلیل آلوده شود، دیگر قادر به ایفای نقش های خود نخواهد بود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۸).

## ۱-۵ وضعیت مواد آلی در خاک های ایران

حاصلخیزی خاک هر کشور، شاخص سلامت کشاورزی و ظرفیت تولید غذا، فیبر و سوخت آن کشور می‌باشد. در بیان جهانی غذا، حاصلخیزی خاک به عنوان کلید امنیت غذایی معرفی شده است. به طور کلی ماده آلی خاک یکی از شاخص های عمومی شناخت حاصلخیزی خاک می‌باشد. خصوصیات فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی خاک متاثر از کمیت و کیفیت مواد آلی خاک است. بنابراین بایستی به وضعیت مواد آلی خاک توجه جدی گردد. حدود ۶۳/۲ درصد خاک های کشور کمتر از یک درصد کربن آلی دارند، این مسئله با توجه به اهمیت ماده آلی در تولید محصولات کشاورزی و محیط زیست می تواند چالشی مهم برای آینده کشاورزان ایران باشد. عدم توجه به افزایش و نگهداری مواد آلی خاک می‌تواند در آینده نزدیک خسارت جبران ناپذیری به تولید پایدار کشاورزی وارد کند.

درصدی از اراضی کشاورزی که کمتر از یک درصد کربن آلی دارند در استان های مختلف متفاوت است و از ۹/۱% در استان مازندران تا بیش از ۹۵ درصد در استان بوشهر و کرمان تغییر می‌کند. وضعیت مواد آلی در استان های شمالی همانند گلستان، مازندران، و گیلان مناسبتر بوده و با حرکت به طرف جنوب و شرق کشور مقدار آن به شدت کاهش می‌یابد. به طور متوسط حدود ۱۵ درصد

اراضی استان های گیلان، مازندران، گلستان کربن آلی کمتر از یک درصد داشته در حالی که این میزان برای سایر استان ها حدود ۷۰ درصد می باشد.

مقدار مواد آلی خاک تابعی از عوامل مختلفی از جمله اقلیم، خصوصیات خاک، مدیریت زراعی می باشد و واقف شدن ایران در منطقه خشک و نیمه خشک (به استثنای استان های شمالی کشور) سبب گردیده تا بخش قابل توجهی از اراضی کشور از نظر مواد آلی وضعیت مطلوبی نداشته باشد. بنابراین توجه به حفظ و افزایش میزان مواد آلی خاک ها برای افزایش پایداری تولید و همچنین تولید سالم، امری اجتناب ناپذیر است (شهبازی و بشارتی، ۱۳۹۲).

#### ۱-۵-۱ تاثیر مواد آلی بر خصوصیات خاک

در بسیاری از نقاط جهان ساختمان خاک و پایداری آن برای کشاورزی نامناسب گردیده است، عواملی مانند کاهش مقدار مواد آلی، کاهش میزان فعالیت موجودات در این امر دخالت دارند. تخریب ساختمان خاک باعث کاهش سرعت نفوذ آب به خاک و در نتیجه افزایش آبدوی سطحی و فرسایش خاک، کاهش کاربری، تهویه و در نهایت از بین رفتن حاصلخیزی و کاهش عملکرد محصولات زراعی می شود (دکستر، ۱۹۸۸). اضافه کردن کودهای آلی مواد آلی خاک افزایش می دهند و با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و آنیونی باعث حفظ و بقای عناصر غذایی و جلوگیری از هدر رفت آن ها می گردد. از دیگر اثرات مفید مواد آلی در خاک افزایش قدرت بافری خاک و مقابله با تغییرات سریع اسیدیته خاک می باشد. کودهای آلی همچنین باعث افزایش معنی داری ماده آلی، غلظت برخی فلزات و درصد کل نیتروژن می شود (افیونی و رضایی نژاد، ۱۳۷۸). علاوه بر این هنگامی که مواد آلی به عنوان کود استفاده شود، فعالیت باکتری و قارچ در خاک را افزایش می دهد. مواد غذایی که به

صورت آلی در اختیار گیاه قرار گرفته اند، به کندی از خاک شسته شده و موجب کاهش آلودگی آب در مقایسه با کود شیمیایی می‌گردد (سیادت و همکاران، ۱۳۸۹).

## ۱-۶ اهمیت کودهای آلی

با توجه به اثرات مخرب کودهای شیمیایی بر محصولات کشاورزی و محیط زیست به نظر می‌رسد که استفاده از روش های کشاورزی پایدار یک راه حل مناسب برای برطرف کردن این معضل باشد که در این میان کاربرد کودهای آلی و زیستی یکی از روش‌های مدیریتی سیستم کشاورزی پایدار می‌باشد که ضمن تامین عناصر مورد نیاز گیاه و افزایش کیفیت محصول تولیدی، موجب بهبود شرایط فیزیکی شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌گردد (ونس، ۲۰۰۱). کمیت و کیفیت تولید در کاربرد توام کود شیمیایی و آلی وضعیت مطلوب تری را نسبت به سیستم رایج دارد و این سیستم می‌تواند راهی مناسب به سمت کشاورزی پایدار باشد (شریفی عاشور آبادی و همکاران، ۱۳۸۱). از باقی مانده کمپوست قارچ که فرآورده جانبی صنعت تولید قارچ خوراکی است به عنوان کود آلی مورد قرار می‌گیرد (اوزگون، ۱۹۸۸). فروتوس و همکاران (۲۰۱۰) اشاره کردند که باقی مانده کمپوست قارچ می‌تواند به عنوان یکی از اصلاح کننده های آلی با کیفیت نقش موثری در افزایش پایداری سیستم زراعی داشته باشد. علاوه بر این استفاده از ورمی کمپوست در کشاورزی پایدار، علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم های مفید خاک در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (آرانکون و همکاران، ۲۰۰۴).

## ۱-۷ کمپوست

مدت زمان طولانی است که از کود های آلی برای افزایش عملکرد گیاهان در سراسر جهان استفاده می شود. مطالعات نشان داده که کاربرد کود های غیر آلی می تواند اثرات منفی بر خاک مانند اسیدی شدن، افزایش تلفات آبشویی، کاهش مواد آلی و نیز کاهش جوامع میکروبی بگذارد. جایگزین کردن کود های غیر آلی و اصلاح خاک با مواد آلی به شکل کمپوست، منجر به کاهش این اثرات منفی می شود. کمپوست ها مواد آلی هستند که مزیت آن ها در ثبات و همگن بودن آن است (نگو و همکاران، ۲۰۱۲). نتایج مطالعات در مورد افزایش کمپوست به خاک نشان می دهد که کمپوست باعث بهبود حاصلخیزی خاک، تغذیه گیاه و پوشش گیاهی می شود (لارجویک و همکاران، ۲۰۰۵). علاوه بر این می تواند توابع دیگر خاک را مانند هدایت هیدرولیکی (کلیک و همکاران، ۲۰۰۴)، ثبات خاکدانه ها و مقاومت در برابر فرسایش بهبود بخشد ( برسن و همکاران، ۲۰۰۱). کود های آلی خصوصا کمپوست ها می توانند اثرات مستقیم ضد بیماری، تحریک میکروارگانیسم های رقیب و همچنین ایجاد مقاوت در گیاهان در برابر بیماری های گیاهی داشته باشند. گلاستین (۱۹۹۸) گزارش کرده که کمپوست و عصاره آن ها، مکانیسم مقاومت به آفات و بیماری ها را در گیاهان فعال کرده و سبب افزایش مقاوت گیاهان نسبت به بیماری ها و آفات و خسارات ناشی از آن ها می شود. در بین کود های آلی کمپوست به عنوان اقتصادی ترین منبع تولید نیتروژن مطرح شده است (گسکول، ۱۹۹۹).

## ۸-۱ باقی مانده کمپوست قارچ (SMC)

رواج روز افزون مصرف قارچ خوراکی، نه تنها در ایران بلکه در بسیاری از کشورها، به خصوص کشورهای پیشرفته به تولید قابل توجهی کمپوست مصرف شده می انجامد که در صورتی که نتوان برای آن مورد مصرف درستی پیدا کرد، به ضایعات زیست محیطی بدل خواهد شد که برای دفع آن ها بایستی اقدام کرد. با افزودن این مواد به خاک می توان مشکل آلودگی محیطی ناشی از این ضایعات را حل کرد. طبق آمار ارائه شده توسط مرکز آمار ایران در کشور ما سالانه ۳۰ هزار تن قارچ تولید می شود که برای تولید این قارچ به طور تقریب ۱۸۰ هزار تن کمپوست مورد نیاز است که با توجه به روند رو به رشد واحدهای تولید قارچ، این رقم تا سال ۱۴۰۴ به بیش از ۵۰۰ هزار تن افزایش پیدا می کند (عزیزی، ۱۳۸۷). این مقدار کمپوست پس از استفاده در جریان تولید قارچ به صورت بی استفاده باقی مانده و دور ریخته می شود و نیز فضای بسیار زیادی را در مراکز پرورش قارچ اختصاص می دهد که این مهم یکی از دغدغه های پرورش دهندگان قارچ در کشور ما می باشد. بنابراین با توجه به حجم بالای ضایعات و پسماندهای بستر پرورش قارچ، کمپوست قارچ می تواند به عنوان کود آلی مورد استفاده قرار گیرد (اوزگوون، ۱۹۸۸). به طور کلی کمپوست قارچ یکی از فراورده های جانبی صنعت تولید قارچ خوراکی است که به بقایای باقیمانده بستر پرورش قارچ اطلاق می شود (فروتوس و همکاران، ۲۰۱۰).

### ۱-۸-۱ خصوصیات باقی مانده کمپوست قارچ

این ماده شامل اجزا مختلفی مانند کاه گندم، کود اسبی، کلش، کود مرغی، پوست دانه پنبه، پوست کاکائو و سنگ گچ است. گریتس اظهار داشت که اجزای اصلی SMC کاه، علف یونجه پیت کود اسبی، کود مرغی پوسیده به همراه سنگ گچ است (گریتس، ۱۹۸۸). با اهمیت ترین خصوصیت

SMC مواد آلی بالای آن است. کمپوست قارچ دارای مقادیر قابل توجهی هوموس و عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر، پتاسیم و همچنین دامنه گسترده ای از عناصر غذایی کم مصرف می باشد (لور و همکاران، ۱۹۸۴). باقی مانده کمپوست قارچ یک منبع غنی از نیتروژن آلی به حساب می آید و در طی زمان و با فراهم شدن شرایط نیتریفیکاسیون، نیتروژن آن به فرم معدنی و آزاد درآمده و می تواند آن را در اختیار گیاه قرار دهد (کیانی و همکاران، ۱۳۹۳). چونگ و رینکر (۱۹۹۴) اعلام کرد که در طول فرآیند کمپوست سازی، SMC عناصر غذایی را جذب و در بخش های آلی خود ذخیره می کند. بنابراین مواد غذایی به راحتی مانند کمپوست های تازه و ضایعات آلی آبشویی نمی شود، علاوه بر این کمپوست قابلیت نگهداری رطوبت بالایی داشته و در طی بارندگی های سبک قبل از آبشویی مقداری آب جذب می کند. این ماده به علت قدرت بیشتر در جذب آب نسبت به دیگر مواد آلی و داشتن اسپور قارچ های بازیدیومیستی که توانایی همزیستی با گیاه دارند می توان از آن جهت افزایش حاصلخیزی در کشاورزی استفاده کرد (استوارت، ۱۹۹۸). میزان اسیدیته (pH)، SMC معمولا بین ۶ تا ۸ می باشد که در بعضی مواقع نادر ممکن است به بالاتر و پایین تر تغییر پیدا کند. میزان رطوبت SMC مهم است مخصوصا زمانی که می خواهیم با خاک مخلوط کنیم، مقداری رطوبت مطلوب است. کمپوست مصرف شده قارچ با رطوبت ۳۰ تا ۵۰ درصد برای جا به جا کردن، کاربرد سطحی، و اضافه کردن به خاک مطلوب است. کمپوست های خیس (بیش از ۶۰٪ رطوبت)، گرایش به کلوخه شدن دارند و به طور مساوی و مطلوب در سطح زمین های چمن پخش نمی شوند. اضافه کردن مواد پسماند کمپوست قارچ خیس به زمین باعث مخلوط شدن ضعیف با خاک و استقرار ناهموار گیاه در سطح خاک می شود. ضمن اینکه پسماند کمپوست قارچ خیس سنگین و غیر قابل حمل و اداره کردن است. یک روش ساده برای تعیین میزان رطوبت پسماند کمپوست قارچ، این است که مقداری از آن مشت کرده و فشار می دهیم اگر آبی از آن نچکد و پس از رها کردن توده از هم



متلاشی شد، میزان رطوبت آن مناسب و می‌توان استفاده نمود. اندازه ذرات SMC بستگی به این دارد که چگونه تولید شده است و نیز بستگی به نوع استفاده دارد. به عنوان مثال کمپوست مصرف شده قارچ مورد استفاده در زمین های چمن می‌بایستی دارای قطر ذرات کوچکتری باشد که معمولا از صافی با قطر سوراخ های ۳ سانتی متر یا در همین حدود می‌گذرد. در حالتی که کمپوست مصرف شده قارچ که به عنوان اصلاح کننده خاک قبل از کشت (بذر کاری) استفاده می‌شود اندازه ذرات کمپوست می‌تواند بیشتر در نظر گرفته شود (سلیمی و همکاران، ۱۳۸۹).

### ۱-۸-۲ مزایا و معایب باقی مانده کمپوست قارچ

در ابتدا شاید از واژه Spent به معنی بی رمق، خسته، مصرف شده، این ذهنیت بوجود آید که پسماند کمپوست قارچ دیگر خاصیتی ندارد. شاید این طور تصور شود که در طول دوره پرورش قارچ تمام مواد غذایی خود را از دست داده است، اما می‌بایست به این نکته اشاره داشت که در عین حالی که این کمپوست، باقی مانده کمپوست قارچ پس از خروج از سالن تولید می‌باشد ولی دارای مقادیر قابل توجهی از عناصر غذایی می‌باشد. همچنین باقی مانده کمپوست قارچ دارای خاصیت اصلاح کنندگی بالای خاک می‌باشد (سلیمی و همکاران، ۱۳۸۹). باقی مانده کمپوست قارچ می‌تواند ساختمان خاک را بهبود بخشد (وهابی ماشک و همکاران، ۱۳۸۷) و نیز در مواردی که به شکل سطحی در خاک استفاده می‌شود می‌تواند به تولید خاک کمک کند. باقی مانده کمپوست قارچ نسبت به سایر اصلاح کننده‌های خاک دارای قیمت بسیار ارزانی می‌باشد که می‌تواند هزینه‌های تولید را کاهش دهد. SMC می‌تواند به عنوان مالچ به خوبی از سطح خاک در برابر فرسایش جلوگیری کند. استفاده دیگر SMC به کارگیری آن به عنوان خاک پوششی است.

هر ساله در سراسر دنیا چندین هزار تن تورب<sup>۱</sup> به عنوان خاک پوششی به وسیله صنایع تولید قارچ های مصرف می شود. مرداب های حاوی تورب نیز شدیداً در معرض تخریب قرار دارند. با توجه به دلایل فوق به یک ماده مناسب که به طور کلی یا جزئی جایگزین تورب شود، نیاز است. یکی از مواد جایگزین به جای تورب، کمپوست مصرف شده قارچ است. البته استفاده از باقی مانده کمپوست قارچ به عنوان خاک پوششی در مناطقی نظیر شمال کشور که تورب فراوانی یافت می شود، توصیه نمی شود. اما در مناطقی که موجودی تورب در آن ها محدود است بهتر است که از کمپوست مصرف شده قارچ مخلوط با تورب استفاده شود تا هزینه های تولید کاهش یابد (حسن زاده، ۱۳۸۴).

تنها عیب مهم و قابل توجه باقی مانده کمپوست قارچ محتوای نمک بالای آن می باشد. این مشکل بیشتر در کمپوست تازه قارچ مشاهده می شود که با کمپوست سازی مجدد به همراه مقادیر زیادی کودهای آلی، سبزه، کلش گندم و موادی این چنین مشکل تا حدود زیادی رفع می شود. در ضمن اینکه کمپوست مصرف شده قارچ را نباید در گلخانه ها که به آب باران دسترسی ندارند استفاده کرد. بهتر است که از آن در مناطقی که بارندگی کافی وجود دارد استفاده شود تا نمک های محلول در آن به وسیله آب باران شسته شده و باعث خسارت زایی نشود (سلیمی و همکاران، ۱۳۸۹).

باقی مانده کمپوست قارچ دارای فواید و کاربرد های بسیاری می باشد که در زیر به مواردی از آن ها اشاره می شود:

- محتوای ماده آلی بالا (حدود ۶۰٪) (ویسنیوسکا و پانکیز، ۱۹۸۹)

---

<sup>1</sup> Peat moss

- به عنوان اصلاح کننده خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک ( کورتین و مولن، ۲۰۰۷ : مال، ۱۹۸۱) کاهش فشردگی خاک، و بهبود و انتشار اکسیژن در خاک (وهابی ماشک و همکاران، ۱۳۸۷)، افزایش فعالیت میکروبی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، بهبود نفوذ آب و زهکشی در خاک (ویسنیوسکا و پانکیز، ۱۹۸۹)
- یک منبع آلی تجدید شونده (ماهر و همکاران، ۲۰۰۰)
- تثبیت ازت و کاهش آبشویی نیترات
- کنترل آفات و بیماری‌های خاکزی (روماین و هولکومپ، ۲۰۰۰)
- زیست پالایی آلودگی‌ها از آب های زیرزمینی و زمین‌ها (چن و همکاران، ۲۰۰۵)
- آزاد سازی تدریجی عناصر غذایی
- کاهش یا حذف هزینه آهک دهی در خاک‌های اسیدی

## ۹-۱ ورمی کمپوست

ورمی کمپوست کود آلی، سبک، فاقد هرگونه بو و عاری از بذر علف های هرز است. این کود حاوی میکروارگانسیم های هوازی از تو باکتر ها بوده و عاری از باکتری های غیر هوازی، قارچ ها و میکروارگانسیم های پاتوژن می باشد. در مقایسه با مواد مادری اولیه، ورمی کمپوست ها دارای نمک محلول کمتر، ظرفیت تبادل کاتیونی بیشتر و میزان هیومیک اسید بیشتری می باشد. گزارش شده است ورمی کمپوست ها حاوی مواد بیولوژیکی فعال هستند که همانند مواد تنظیم کننده های رشد عمل می کنند (توماتی و همکاران، ۱۹۸۷) و به طور گسترده ای به عنوان مواد مغذی استفاده می شود ( اومار و همکاران، ۲۰۱۲).

علی رقم روش های مرسوم صنعتی که نیازمند مواد شیمیایی و ماشین آلات گران قیمت می باشد، ورمی کمپوست تحت یک فرآیند بیولوژیک ساده، مقرون به صرفه و سازگار با محیط زیست تولید می شود (باکر و همکاران، ۲۰۱۲). در مرسوم ترین روش تهیه ورمی کمپوست، گونه ای خاص از کرم های قرمز رنگ مناطق گرم و مرطوب به نام ایسنیافوتیدا<sup>۱</sup> که به کرم ببری یا کرم کمپوستر نیز معروف می باشند، استفاده می شود. کرم ها با عبور آرام و پیوسته مواد آلی از درون دستگاه گوارش خود و تغییر حالت این مواد به مدفوع، موجب تولید ورمی کمپوست می شوند. فضولات کرم ها شامل مواد مغذی برای گیاهان بوده و به موقع برای تغذیه گیاه آزاد می شود (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۸). ورمی کمپوست تولید شده منبع تنظیم کننده ای برای رشد گیاهان می باشد که از طریق اثر متقابل بین میکروارگانیزم ها و کرم های خاکی تولید شده است، و به طور معنی داری به رشد گیاه، گل دهی و عملکرد کمک می کند (راجسکار و همکاران، ۲۰۱۲).

### ۱-۹-۱ خصوصیات ورمی کمپوست

ورمی کمپوست دارای ویژگی های بسیاری از جمله تخلخل زیاد، تهویه و زهکشی مناسب، قدرت جذب و نگهداری زیاد رطوبت، سطح جذب زیاد برای آب و مواد غذایی می باشد، به طوری که استفاده از آن در کشاورزی پایدار برای بهبود وضعیت تخلخل خاک و در نتیجه فراهم آوردن بیشتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، بسیار مفید است. در واقع برتری ورمی کمپوست نسبت به سایر کودهای آلی این است که به خوبی تغییر ساختار یافته و تعداد ریز موجودات بیماری زای گیاهی در آن به شدت کاهش یافته است. فرآیند هموسی شدن در مرحله رسیدگی ورمی کمپوست در سطح وسیع تری

---

<sup>1</sup> *Eisenia foetida*

صورت می‌گیرد که در نهایت کود تولیدی در این روش به علت بالا بودن نسبت کربن به ازت فاقد بوی نامطبوع و فعالیت حشرات مزاحم می‌باشد (احمد آبادی و همکاران، ۱۳۹۰).

### ۱-۹-۲ اثرات مفید ورمی کمپوست در خاک

#### ۱-۹-۲-۱ سطوح میکروارگانیسم های مفید

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

#### ۱-۹-۲-۲ کاهش نسبت C:N خاک

نقش کربن آلی و نیتروژن معدنی برای سنتز سلول، رشد و سوخت و ساز بدن در تمام موجودات زنده لازم و حیاتی است. حضور نسبت مناسبی از کربن و نیتروژن برای تغذیه مناسب گیاه ضروری است. ورمی کمپوست نسبت کربن به نیتروژن را کاهش می‌دهد. تجزیه میکروبی هنگامی که نسبت C:N حدود ۲۵٪ است رخ می‌دهد (ندگوا و تامپسون، ۲۰۰۰).

#### ۱-۹-۲-۳ توانایی تحریک رشد گیاه

بسیاری از محققان دریافته اند که ورمی کمپوست موجب تحریک رشد گیاه حتی در زمان تغذیه مطلوب، می‌شود. آتیه و همکاران (۲۰۰۲) با بررسی های گسترده ای در مورد این موضوع اظهار

داشتند: مواد زائد آلی ورمی کمپوست شده، به طور مداوم دارای اثرات مفیدی، مستقل از دسترس بودن و انتقال مواد مغذی، بر رشد گیاه می‌باشد.

مزایا ورمی کمپوست را می‌توان به طور خلاصه اینگونه بیان کرد:

- ورمی کمپوست کود طبیعی و سازگار با محیط زیست می‌باشد که از ضایعات آلی زیست تخریب پذیر و رایگان تهیه شده است.
- اثر سوء بر خاک، گیاهان و محیط زیست ندارد.
- رشد ریشه و جذب بهتر مواد مغذی را بهبود می‌بخشد، در نتیجه این وضعیت مواد مغذی ماکرو و میکرو خاک را بهبود می‌بخشد.
- ورمی کمپوست خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را بهبود می‌بخشد و موجب هوا دهی خاک، کشت بافت و در نتیجه کاهش تراکم خاک می‌شود.
- کرم های خاکی زباله های آلی را به ویتامین ها، آنزیم ها، آنتی بیوتیک ها، محصولات غنی از پروتئین و دیگر ترکیبات آلی تبدیل می‌کنند، پس در نتیجه ورمی کمپوست موجب حفظ سلامت خاک و ظرفیت نگهداری آب توسط خاک را به دلیل محتوای ماده آلی خود بهبود می‌بخشد (شیواکومارا، ۲۰۰۸).
- جمعیت میکروبی که شامل تثبیت گرہ های نیتروژن، فسفات، و غیره هستند را بازیابی می‌کند.
- استفاده از آفت کش ها برای کنترل پاتوزن های گیاهی کاهش می‌دهد.
- در بهبود ثبات ساختار خاک و جلوگیری از فرسایش خاک مفید می‌باشند.
- در افزایش کیفیت دانه میوه ها با توجه به افزایش درصد قند مفید است (جرج و همکاران، ۲۰۰۴).

## ۱-۱ مصرف توام کود آلی و شیمیایی

بررسی ها نشان داده اند که منابع زیستی (ارگانیک) مانند کودهای آلی مخلوط با کودهای شیمیایی می تواند به حاصلخیزی خاک و افزایش تولید محصول منجر شود. زیرا این نظام اکثر نیاز های گیاه را تامین نموده و کارایی جذب مواد غذایی توسط گیاه افزایش می دهد (بویر و بلاک، ۱۹۹۴). در آزمایش های بلند مدت مشخص شده است که استفاده از کود های آلی و نیتروژن می تواند یک نظام تولید متراکم را پایدار سازد. دلیل این امر بهبود ویژگی های کیفی خاک و احتمالاً همزمانی آزاد سازی نیتروژن با نیاز گیاه می باشد (پراساد، ۱۹۹۶). کودهای آلی با تولید هوموس عوارض نامطلوب کود شیمیایی را کاهش داده و کارایی مصرف کود شیمیایی را افزایش می دهند (شاتا و همکاران، ۲۰۰۷). محمدیان و ملکوتی (۱۳۸۱) تاثیر توام دو نوع کمپوست را بر ویژگی های خاک و عملکرد ذرت بررسی و گزارش نمودند که تیمار مصرف توام کمپوست و کود شیمیایی عملکرد بیشتری نسبت به مصرف کود شیمیایی به تنهایی داشت.

افزایش فراهمی عناصر غذایی با مصرف توام کودهای آلی و نیتروژن و جذب بیشتر آن توسط گیاه از عوامل افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در تیمار های نظام مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه می باشد. اود و همکاران (۲۰۰۴) گزارش نمودند که با مصرف توام کود نیتروژن و کود حیوانی، علاوه بر جلوگیری از مصرف بیش از حد نیتروژن، عملکرد اقتصادی ذرت علوفه ای افزایش می یابد. حسن زاده قورت تپه و قلاوند (۱۳۸۱) بیان داشتند که با روش تغذیه تلفیقی نه تنها عملکرد دانه آفتابگردان در واحد سطح افزایش می یابد، بلکه مصرف کودهای نیتروژن به طور قابل توجهی کاهش می یابد. رضوان طلب و همکاران (۱۳۸۸) تاثیر کمپوست زباله شهری و کود شیمیایی را بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت بررسی و گزارش کردند که مصرف توام کمپوست و کود شیمیایی

بیشترین عملکرد را می‌کند. مکابلا و وارمن (۲۰۰۵) گزارش کردند ماده خشک و عملکرد سیب زمینی و ذرت در تیمار کود شیمیایی (NPK) و تیمار تلفیقی (۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰٪ کمپوست زباله شهری) به طور معنی داری بیشتر از تیمار کمپوست زباله شهری به تنهایی بود.

با توجه به کمبود مواد آلی و شرایط نامطلوب در اکثر مناطق کشور، انجام مطالعات روی پسماندهای آلی تولید شده در کشور و تلفیق آن با کود شیمیایی، ضمن کاهش مصرف کود شیمیایی، باعث افزایش ماده آلی خاک و کاهش خطرات زیست محیطی گردد (کلباسی، ۱۳۷۵).



## فصل دوم

## بررسی منابع

## ۲-۱ تاثیر باقی مانده کمپوست قارچ بر رشد و عملکرد گیاهان

نتایج حاصل از تحقیقات حاکی از آن است که کودهای آلی باقی مانده کمپوست قارچ یک منبع غنی از کربن و کاتیون های فراوان معدنی نظیر پتاسیم، سدیم، کلسیم، و منیزیم و آنیون های کلرید، سولفات، فسفات و نترات است که موجب تقویت رشد گیاه و در نهایت باعث افزایش تولید می شود (گو و چروور، ۲۰۰۱). سیدی و رضوانی مقدم (۱۳۹۰) با بررسی اثر سطوح مختلف کمپوست قارچ بر خصوصیات کمی و کیفی گندم (*Triticum.avevstium L.*) گزارش کردند که با افزایش سطوح کمپوست قارچ وزن خشک، ارتفاع گیاه و وزن دانه در بوته افزایش یافت. رحمانیان و همکاران (۱۳۹۰) اظهار داشتند سطوح مختلف کمپوست قارچ عملکرد دانه گیاه دارویی مرزه (*Saturia.hortensis*) در مقایسه با شاهد افزایش داد. محققان متعددی افزایش تعداد و سطح برگ محصولاتی از قبیل کاهو، گوجه فرنگی، خیار در اثر استفاده از باقی مانده کمپوست قارچ گزارش کرده و افزایش تعداد و سطح برگ را به غنی بودن این کود از عناصر غذایی ضروری مورد نیاز مانند فسفر، نیتروژن، پتاسیم، نسبت دادند (ریباس و همکاران، ۲۰۰۹؛ ران-هوا و همکاران، ۲۰۱۲). در پژوهش دیگری رضوانی مقدم و همکاران (۲۰۱۱)، با بررسی تاثیر اثر مقادیر مختلف کمپوست قارچ بیان داشتند که مصرف این نهاده آلی با بهبود خصوصیات رشدی بنه، افزایش عملکرد زعفران را موجب شد.

اوزگون (۱۹۹۸) اثر کمپوست قارچ در بهبود عملکرد توت فرنگی (*Frayania. vesca L.*) مثبت گزارش کرد. بندگانی رویین و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی تاثیر کاربرد پسماند کمپوست قارچ و نیتروژن به صورت منفرد و تلفیقی بر ویژگی های رشدی گیاه سیب زمینی گزارش کردند که شاخص سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی، اندازه، تعداد کل و میانگین وزن غده ها تحت تاثیر پسماند کمپوست قارچ قرار گرفت.

ساگار و همکاران (۲۰۰۷) در یک تحقیق با کاربرد SMC در محصولات گوجه فرنگی، نخود فرنگی، سیب زمینی، زنجبیل، سیر، گندم، برنج، ذرت، و سیب در منطقه هیمالیاچال پراداش در جنوب هند، تاثیر مثبت SMC را بر افزایش شاخص های رشد و عملکرد در همه محصولات ذکر شده گزارش کردند. کوبیلای و همکاران (۲۰۰۷) در یک آزمایش گلدانی SMC را با مقادیر مختلف ۰، ۱۵، ۳۰، ۶۰ تن در هکتار را با خاک گلدان های گیاه فلفل مخلوط نمودند و در پایان آزمایش پس از تجزیه و آنالیز گیاه فلفل، متوجه شدند که SMC تاثیر معنی داری را در افزایش مقدار ماده خشک و محتوای عناصر غذایی همچون Zn, Fe, K, P, N داشته است. فاهی و وست (۱۹۹۴) گزارش کردند که باقی مانده کمپوست قارچ ۹۰ روز قبل از کاشت ذرت به خاک کیفیت پایین گنجانیده شده بود. عملکرد ذرت در اصلاح شده با SMC به طور قابل توجهی بالاتر بود و محتوای نیتروژن دانه و کلش به طور قابل توجهی بالاتر از گروه شاهد بود. رشد ذرت در کرت های اصلاح شده هرگز علائم کمبود نشان نداد در حالی که کرت های شاهد کمبود مواد مغذی را به صورت دوره ای نشان دادند. افزایش عملکرد دانه ممکن مربوط به عوامل خاک و تغذیه ای باشد و یا به دلیل پویایی رطوبتی که کمپوست گنجانده در خاک ایجاد می کند باشد. وانگ و همکاران (۱۹۸۴) نشان دادند که، عملکرد گوجه فرنگی با افزایش نرخ SMC افزایش یافته است، و شوری ناشی از SMC در شرایط طبیعی به دلیل شستشو و مواد مغذی جذب گیاه در خاک لوم شنی کاهش یافت.

جن پور و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی اثر سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ بر تراکم و زیست توده علف های هرز مزرعه زعفران بیان نمودند که کاربرد این ماده آلی بدلیل کاهش جوانه زنی و رشد علف های هرز، بهبود عملکرد را به دنبال داشت. بنابراین علاوه بر تاثیر مستقیم این نهاده آلی بر بهبود خصوصیات رشدی و عملکرد زعفران، کاربرد کمپوست قارچ می تواند از طریق کاهش

رشد علف های هرز نیز منجر به بهبود عملکرد شد. در آزمایشی استفاده از درصد های مختلف SMC به خوبی رشد رویشی و زیست توده گیاه نعناع را افزایش داد (کیانی و همکاران، ۱۳۹۳).

تاثیر باقی مانده کمپوست قارچ در تلفیق با کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد گیاه و خصوصیات خاک بررسی تاثیر استفاده از کود دامی و SMC به صورت جداگانه و یا در تیمارهای ترکیبی در سطوح مختلف آبیاری بر رشد و عملکرد اسانس گیاه دارویی رازیانه (*Foniculum vulgare Mill*) نشان داد که در شرایط مناسب آبیاری، بیشترین عملکرد اسانس با استفاده از SMC حاصل شد (جمشیدی و همکاران، ۲۰۱۲). ریباس و همکاران (۲۰۰۹) با انجام آزمایشی وزن خشک اندام هوایی گیاهان کاهو رشد کرده در بستر های تیمار شده با ۵ و ۱۰ درصد SMC را بیشتر از گیاهان تیمار شده با کود شیمیایی (NPK) گزارش کردند.

کیانی و همکاران (۱۳۹۳) عنوان کردند که کاربرد کودهای آلی ورمی کمپوست و SMC بر شاخص های رشد، میزان جذب عناصر غذایی و اسانس گیاه دارویی نعناع معنی دار بود. در آزمایشی که در سال ۱۳۹۱ توسط بندگانی رویین و همکاران انجام شد، مشخص شد که تلفیق پسماند کمپوست قارچ و نیتروژن بر شاخص سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی، اندازه و تعداد کل و میانگین وزن غده ها و نیز عملکرد کل غده در گیاه سیب زمینی معنی دار بود. به طوری که بیشترین تعداد غده، شاخص سطح برگ و عملکرد کل از کاربرد تلفیقی ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن با ۱۵ تن پسماند کمپوست قارچ در هکتار بدست آمد.

مطالعات انجام شده نشان می دهد که افزایش ماده آلی خاک در نتیجه افزودن ورمی کمپوست و باقی مانده کمپوست می تواند باعث افزایش فسفر قابل جذب خاک توسط گیاه گردد. چون با افزایش مواد آلی، محیط جهت رشد ریز موجودات خاک مساعد تر شده و بر جمعیت آن ها افزوده می شود، در نتیجه میکروفلور و میکروفون خاک فعال تر شده، سیستم ریشه ای توسعه و تکامل یافته و تولید

هوموس، معدنی شدن و گردش عناصر غذایی به خصوص فسفر و نیتروژن افزایش می‌یابد (ملکوتی و همکاران، ۲۰۰۳).

## ۲-۲ تاثیر باقی مانده کمپوست قارچ بر خصوصیات خاک

باقی مانده کمپوست قارچ می‌تواند در موارد مختلف کشاورزی و باغبانی به عنوان اصلاح کننده خاک، بهبود ساختمان خاک، کاهش فشردگی خاک، بهبود شرایط زهکشی خاک و افزایش فعالیت میکروبی در خاک مورد استفاده قرار گیرد. اگرچه با اهمیت ترین خصوصیت SMC مقدار مواد آلی بالای آن است. بر اساس گزارش های موجود SMC حاوی میزان زیادی عناصر غذایی مهم و ضروری می‌باشد که این مواد در خاک باقی می‌مانند (لور و همکاران، ۱۹۸۴) و باعث افزایش حاصلخیزی خاک می‌گردند همچنین ظرفیت نگه داری آب و مواد غذایی قابل قبولی دارد (ویسنیوسکا و همکاران، ۱۹۸۹). وهابی ماشک و همکاران (۱۳۸۷) عنوان کردند که کاربرد سطوح مختلف کمپوست قارچ سبب بهبود ساختمان خاک، کاهش فشردگی خاک، بهبود شرایط زهکشی و افزایش فعالیت میکروبی خاک می‌شود.

وب استر و همکاران (۲۰۰۷) با استفاده از SMC به عنوان اصلاح کننده خاک در کشت انگور نتایج بسیار خوبی را در استقرار گیاه جوان انگور در خاکی که با پسماند کمپوست قارچ مخلوط شده بود، مشاهده کردند. همچنین آن‌ها دیگر اثرات مفید باقی مانده کمپوست قارچ را نیز کاهش مصرف آب به دلیل اصلاح خاک انگور گزارش کردند. استوارت (۱۹۹۸) اظهار داشت که SMC به عنوان اصلاح کننده خاک به ویژه برای تولیدات باغبانی به کار رفته است و حاوی مقادیر قابل توجه ازت می‌باشد. بررسی اثر سطوح مختلف SMC بر گیاه فلفل نشان داد که کمبود نیتروژن گیاه با استفاده از SMC برطرف شد و بهترین عملکرد در سطح ۳۰ تن در هکتار بدست آمد (رجبی، ۱۳۷۱). در این

رابطه آزمایش انکوباسیون با خاک شنی لومی با مقادیر مختلف SMC توسط گانی (۱۹۹۱) انجام شد. بیشترین غلظت ازت کل در بیشترین سطح SMC مشاهده شد. پس از مصرف SMC، ازت آلی شده و آبشویی نیترات کم بود. مطالعات انجام شده افزایش غلظت عناصری مانند کلسیم و منیزیم را در شرایط مزرعه ای و در شرایط انکوباسیون با استفاده از سطوح مختلف SMC در خاک لومی شنی نشان داده است (استوارت، ۱۹۹۸). نتایج حاصل از بررسی تاثیر سطوح مختلف SMC به عنوان اصلاح کننده خاک نشان داد که با افزایش سطح باقی مانده کمپوست قارچ، پتاسیم و کلسیم و منیزیم در خاک های اصلاح شده نسبت به شاهد افزایش پیدا کردند. اما افزایش کلسیم و منیزیم در سال دوم بیشتر از سال اول بود که وانگ و همکاران (۱۹۸۴) علت را انحلال کند سنگ آهک موجود در SMC دانستند. گیو و همکاران (۲۰۰۱) دریافتند که در خاک‌هایی که SMC دریافت کرده اند، کربن آلی و یون های معدنی آنها به طور قابل توجهی افزایش یافت. غنی بودن کمپوست از کاتیون ها و زیاد بودن مواد آلی آن، علت افزایش ظرفیت تبدلی خاک است (گیگلیوتی و همکاران، ۱۹۹۹). بررسی انجام شده بر روی اثر SMC در خاک و عملکرد محصول نشان داد که به کار بردن SMC، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را افزایش می‌دهد، درحالی که کودهای معدنی مقدار آن را کاهش می‌دهد (استوارت، ۱۹۹۸).

چونگ و همکاران (۱۹۹۴) اعلام کردند که SMC به عنوان اصلاح کننده خاک در تولیدات کشاورزی و تجدید اکوسیستم ها مورد توجه است. در طول فرآیند کمپوست سازی، SMC عناصر غذایی را جذب و در بخش آلی خود ذخیره می کند. بنابراین این مواد به راحتی مانند کمپوست های تازه و ضایعات آلی آبشویی نمی شود، علاوه بر این کمپوست قابلیت نگهداری رطوبت بالایی داشته و در طی بارندگی های سبک قبل از آبشویی مقداری آب جذب می کند.

## ۲-۳ تاثیر باقی مانده کمپوست قارچ بر کاهش بیماری ها و زیست پالایی

باقی مانده کمپوست قارچ نقش مهمی را در کنترل بیولوژیک بیماری ایفا کند. SMC شامل طیف متنوعی از میکروارگانیسم های خاک، که این موضوع سبب سرکوب بیماری ها و اثر بخشی زیاد در زیست پالایی می شود. این سرکوب طبیعی در خاک ها سبب آسیب بوته می شود. تحقیقات هولکومپ و روماین (۲۰۰۰) نشان داد که اضافه کردن SMC به عنوان جزیی از خاک گلدان نقش موثری در کنترل بیماری مرگ گیاهچه گوجه فرنگی دارد. در پژوهش دیگری اوزن (۲۰۰۴) گزارش کرد که، کاربرد باقی مانده کمپوست قارچ در بستر کاشت در کنترل بیماری لکه سیاه سبب نقش بسزایی دارد. وجی و همکاران (۲۰۰۲) بیان کرد که مصرف باقی مانده کمپوست قارچ سبب کاهش بیماری لکه خاکستری برگ (بلاست) چچم می شود.

زیست پالایی استفاده از موجودات زنده برای تجزیه کردن آلاینده های موجود در آب، خاک و هوا می باشد. SMC به دلیل محتوای بالای مواد آلی، pH خنثی، کلسیم بالا، جمعیت میکروبی گوناگون، در برنامه های کاربردی زیست پالایی مورد استفاده قرار می گیرد. در حال حاضر از بستر کمپوست قارچ جهت زیست پالایی تالاب های آشفته، زیست پالایی فلزات سنگین، در درمان زهکشی اسید و زغال سنگ معادن استفاده می شود (چن و همکاران، ۲۰۰۵). بررسی ها نشان داد که بستر کمپوست قارچ نسبت به دیگر بسترها مانند زغال سنگ نارس، خز خشک، خاک اره و کاه توانایی استثنایی در حفظ یون Fe دارد (استارک و ویلیامز، ۱۹۹۴). فلزات سنگین در محیط زیست از فعالیت های صنعتی، معادن و کشاورزی منتشر می شود. SMC این پتانسیل دارد که به عنوان جاذب در فرآیندهای تولید آلیاژ، ذوب، آبکاری، استخراج و تصفیه، باتری سازی استفاده شود. بررسی ها نشان داد که باقی مانده کمپوست قارچ جاذب موثر برای از بین بردن کادمیوم، سرب و کروم در محلول با ۴/۸-۷

pH می‌شود (چن و همکاران، ۲۰۰۵). فروتوس و همکاران (۲۰۱۰) به اثرات مثبت باقی مانده کمپوست قارچ در بهبود خصوصیات خاک های آلوده به عناصر سنگین اشاره کردند.

باقی مانده آفت کش ها می‌تواند سطح خاک، آب و زمین آلوده کند. تحقیقات SMC توانایی کاهش باقی مانده سموم کاربایل، آلدیکارب، کربوفوران و باقی مانده آفت کش های کاربامات از محلول های آبی را نشان داده است (ریگان، ۱۹۹۴).

## ۲-۴ تاثیر ورمی کمپوست بر رشد و عملکرد گیاهان

ورمی کمپوست نقش عمده ای در بهبود رشد و عملکرد محصولات زراعی مختلف سبزیجات، گل و میوه جات دارد. برای مثال استفاده از ورمی کمپوست موجب جوانه زنی بالا ( تا حدود ۹۳%) در ماش در مقایسه با گروه شاهد (۸۴%) شد (ناگوالما و همکاران، ۲۰۰۶). ورمی کمپوست رشد گیاهان را بهتر از مواد مغذی معدنی تحریک می‌کند که این به دلیل اثرات مستقیم و غیر مستقیم مواد هیومیکی موجود در ورمی کمپوست است که مانند تنظیم کننده های رشد گیاهی عمل می‌کنند (آرانکون و همکاران، ۲۰۰۳؛ آتیه و همکاران، ۲۰۰۰).

چن و همکاران (۱۹۹۰) گزارش کردند که با افزایش غلظت مواد هیومیکی موجود در ورمی کمپوست، افزایش در رشد گیاه مشاهده شد. این محققان یکی از علل افزایش رشد گیاه توسط مواد هیومیکی را تاثیر این مواد بر جذب و افزایش نفوذ پذیری یون های فلزی بیان نمودند. و در تحقیق آرگیولو و همکاران (۲۰۰۶) بر گیاه داروئی سیر می‌توان اثر مصرف ورمی کمپوست را بر افزایش قابل توجه عملکرد گیاه مشاهده کرد. سطوح مختلف ورمی کمپوست در گیاه ذرت، بر عملکرد دانه، تعداد دانه و تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف در سطح ۱% در تحقیق علیزاده و همکاران (۱۳۸۸)



موثر می‌باشد افزودن ورمی کمپوست به خاک ممکن است نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده باشد بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه موجبات افزایش عملکرد دانه نیز فراهم کنند. در تحقیقی مشخص شد استفاده از ورمی کمپوست در زراعت سورگوم وزن خشک ریشه و اندام هوایی افزایش داد (گاجالشمی، ۲۰۰۲).

در مطالعه روی گیاه جو، مشخص شد که کاربرد ورمی کمپوست موجب افزایش در عملکرد زیستی گیاه می‌شود (کوماوات و همکاران، ۲۰۰۶). ورمی کمپوست از نظر عناصر غذایی ماکرو و میکرو غنی تر از سایر کمپوست هاست و غلظت این عناصر به نوع ماده بلعیده شده، توسط کرم ها بستگی دارد (سماوات و همکاران، ۱۳۷۸). مطالعات نشان داده است که ورمی کمپوست عناصر ریز مغذی را به مراتب بیشتر از عناصر ماکرو برای گیاه فراهم می‌سازد. ترشحات کرم ها و میکروارگانیسم های مخلوط شده با ورمی کمپوست اثر تحریک کننده ای بر جذب عناصر غذایی توسط گیاهان دارد. اسیدهای آلی دفع شده از فضولات کرم به عنوان تحریک کننده رشد گیاه عمل می‌کند (کرمزاده، ۱۳۸۹).

ورمی کمپوست قادر است برای فعالیت های میکروبی و ربایش مواد غذایی یک سطح بسیار ریزی را ایجاد نماید، در نتیجه بسیاری از مواد ضروری مثل نیترات، فسفات، کلسیم، پتاسیم، و غیره را می‌تواند بیشتر برای گیاه تامین کند (ادوارد و بروس، ۱۹۹۸). نتایج بدست آمده از کاربرد ورمی کمپوست در کشت انگور بیانگر افزایش عملکرد این گیاه بود. این افزایش عملکرد شامل افزایش اندازه ی خوشه، وزن و تعداد خوشه، بدون هیچگونه کاهش در عطر و طعم آن است (باکرفیل و وبستر، ۱۹۹۸). در پژوهشی که در خصوص تاثیر کاربرد ورمی کمپوست بر روی گیاه گوجه فرنگی انجام شد مشخص گردید، که غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در میوه و عملکرد محصول این گیاه نسبت شاهد به طرز چشمگیری بهبود یافت (زالر، ۲۰۰۷).

در مطالعه بررسی تاثیر مقادیر متفاوت ورمی کمپوست بر شاخص های رشد و میزان اسانس ریحان اصلاح شده نشان داد سطوح مختلف ورمی کمپوست تاثیر بسیار معنی داری بر رشد و نمو و عملکرد ریحان اصلاح شده دارد، بطوریکه بهترین تیمار از این نظر شامل ۲۰ درصد ورمی کمپوست بود که نسبت به شاهد و کود شیمیایی کامل برتری قابل توجهی داشت. این تیمار همچنین توانست دوره رشد و رسیدن به فاز گلدهی را تا یک سوم بوته های تیمار کاهش دهد. همچنین در تیمار ۱۵ درصد ورمی کمپوست بالاترین میزان اسانس بدست آمد که با شاهد و بقیه تیمارها اختلاف معنی داری بدست آمد. در تیمار ۲۵ درصد ورمی کمپوست بالاترین میزان بذر بدست آمده که نسبت به شاهد و بقیه تیمارها اختلاف معنی داری داشت (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۷). رشد قلمه های افاقیا، اکالیپتوس و صنوبر کاشته شده در خزانه با مصرف ورمی کمپوست نسبت به شاهد افزایش معنی داری داشت (دونالد و پری، ۲۰۰۱).

## ۲-۵ تاثیر ورمی کمپوست در تلفیق با کود شیمیایی بر عملکرد گیاه و خصوصیات خاک

در اکثر آزمایشات محققان معتقدند که کاربرد ورمی کمپوست به همراه مقدار توصیه شده از کود شیمیایی در گیاهان مختلف، می تواند باعث افزایش جذب عناصر ماکرو و میکرو شده و ترقی ۲۰ تا ۳۰ درصدی عملکرد و بیوماس کل را به دنبال داشته باشد (ساحنی و همکاران، ۲۰۰۸؛ درزی و همکاران، ۱۳۷۸؛ کرمزاده، ۱۳۸۹). دسی و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که استفاده از ورمی کمپوست همراه با کود شیمیایی نیتروژن در گندم، عملکرد دانه را  $\frac{3}{6}$  تن در هکتار افزایش می دهد. آزمایشات مزرعه ای در دانشگاه ایالتی اوهایو (آرانکون و همکاران، ۲۰۰۳) نشان دادند که خاک تیمار شده با ورمی کمپوست و کود شیمیایی به میزان توصیه شده در کشت گوجه فرنگی منجر به افزایش

در مقدار کل نیتروژن، یون ارتو فسفات، فعالیت آنزیم دهیدروژناز و زیست توده میکروبی نسبت به تیمار های کود شیمیایی شده است. در آزمایشات مشابه بر روی گیاه فلفل، نشان دادند میزان زیست توده میکروبی، نیتروژن، یون ارتو فسفات در خاک تیمار شده با ورمی کمپوست به همراه کودهای شیمیایی در مقایسه با تیمار کود شیمیایی افزایش داشت. در برخی آزمایشات مزرعه ای اصلاح خاک با ورمی کمپوست، به همراه کاربرد کود های غیر آلی توصیه می شود. کاربرد مخلوط ورمی کمپوست با ۵۰ درصد از میزان توصیه شده کود های شیمیایی در خاک مزرعه سبب افزایش عملکرد گوجه فرنگی می شود (کولت و همکاران، ۱۹۹۹).

به گزارش آرانکون و ادواردز (۲۰۰۵)، افزایش عملکرد برنج، پس از اصلاح خاک با ورمی کمپوست همراه با کود شیمیایی بدست آمد. بیشترین عملکرد آفتابگردان پس از اصلاح خاک با ۵۰ درصد از میزان کودهای شیمیایی توصیه شده و ۵ تا ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست بدست آمده است (دوی و همکاران، ۱۹۹۸). محققان گزارش کردند که استفاده ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست همراه با کود شیمیایی (NPK) در گیاه ریحان سبب افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار شاهد شد (انور و همکاران، ۲۰۰۵).

آلم و همکاران (۲۰۰۷) اظهار داشتند استفاده از ترکیب مطلوب کودهای شیمیایی و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش معنی دار بر عملکرد سیب زمینی می شود. در اکثر گونه های زراعی میزان عملکرد و اجزای عملکرد در تیمار های مصرف توام کود آلی و شیمیایی نسبت به سایر تیمار ها به طور معنی داری افزایش می یابد (روستایی، ۱۳۸۸).

## ۲-۶ تاثیر ورمی کمپوست بر خصوصیات خاک

ورمی کمپوست از طرق مختلف خصوصیات شیمیایی، و بیولوژیکی خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد، این کود علاوه بر اینکه منبع مناسبی برای تامین عناصر خاک به شمار می‌رود، با حفظ تنوع زیستی و جمعیت میکروارگانیسم‌ها باعث افزایش حاصلخیزی و پایداری خاک می‌شود (سماوات و همکاران، ۱۳۷۸).

این کود با تعدیل اسیدیته محلول خاک قابلیت جذب عناصر غذایی را بالا می‌برد (عبدلی و روشنی، ۱۳۸۶). ورمی کمپوست، دارای EC بسیار کمی می‌باشد، به طوری که محدودیتی برای گیاه ایجاد نمی‌کند. یکی دیگر از فواید آن رها سازی آرام و مداوم عناصر می‌باشد، چرا که در زمان جریان مواد آلی از لوله های گوارش کرم، قشر نازکی از چربی این مواد را دربر می‌گیرند. در نتیجه فرسایش این کود نسبت به کود شیمیایی بسیار کمتر است (آتیه و همکاران، ۲۰۰۲). مارینرای و همکاران (۲۰۰۰) اظهار داشتند، ورمی کمپوست خلل و فرج درشت خاک را به میزان ۵۰ تا ۵۰۰ میکرومتر افزایش داده و در پی آن آب و اکسیژن در دسترس ریشه افزایش می‌یابد. آذر می و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی تاثیر ورمی کمپوست بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در مزرعه گوجه فرنگی نشان دادند که کاربرد ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش کربن آلی، CEC و عناصری نظیر Mn, Fe, Ca, P, N می‌شود و کاهش pH خاک را در پی دارد. خواص فیزیکی مانند وزن مخصوص ظاهری و تخلخل نیز با افزودن ورمی کمپوست به خاک بهبود می‌یابد.

ورمی کمپوست باعث افزایش واکنش های اکسیداسیون و احیا شده و ظرفیت تبادل کاتیونی را در محلول خاک افزایش می‌دهد. همچنین این ماده با افزایش نیتریفیکاسیون باعث بالا رفتن غلظت نیتروژن می‌شود. مقدار نیتروژن نیتراتی در ورمی کمپوست بیشتر از خاک زراعی است. استفاده از

ورمی کمپوست باعث بهبود خصوصیات فیزیکی نظیر نفوذ پذیری و ظرفیت نگهداری آب شده و در صورت استفاده کود ورمی کمپوست تنها نیاز به چند نوبت کود ازته به صورت سرک، بر اساس C/N توده ماده آلی خواهد بود (کرزاده، ۱۳۸۹).

کاله و همکاران (۲۰۰۲) اظهار نمودند که با بکارگیری ورمی کمپوست برخی جمعیت های میکروبی خاکهای شالیزار، تثبیت کننده های نیتروژن، اکتینو مایسین ها و هاگ های قارچی افزایش یافته و همچنین جمعیت میکوریزای همزیست با ریشه گیاه برنج نسبت به شاهد ۷ درصد افزایش داشت. بروکن همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که کاربرد کمپوست و ورمی کمپوست، مقدار کربن آلی خاک را افزایش می دهد. کمترین مقدار کربن آلی بعد از تیمار شاهد در تیمار کود شیمیایی دیده شد و سال های کاربرد کود شیمیایی نیز تاثیر معنی داری بر میزان کربن آلی داشت. در آزمایشی گزارش شده است که میزان نیتروژن معدنی در کرت های آزمایشی دارای ورمی کمپوست بیشتر از کرت های شاهد بود و این بیانگر معدنی شدن مواد آلی در اثر افزایش فعالیت میکروبی خاک است (کاله و همکاران، ۱۹۹۲).

## ۷-۲ تاثیر ورمی کمپوست بر کاهش بیماری های گیاهی

مواد آلی یکی از موثر ترین راه های مدیریت پاتوژن های خاک با تغییر محیط ریزوسفر در خاک شامل می شود که با اثر معکوس بر چرخه زندگی پاتوژن، گیاهان را قادر می سازد با ایجاد مقاومت نیرومند و ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی ریشه بر پاتوژن ها غالب شود (آتیه، ۲۰۰۰).

کاربرد کمپوست و ورمی کمپوست در کشاورزی باعث افزایش رشد گیاهان و باعث بازدارندگی رشد پاتوژن های بیماری زایی می شود (کومیلیس و همکاران، ۲۰۰۶). تعدادی از انواع کمپوست ها

می‌توانند رشد قارچ‌های خاکزاد تولید کننده بیماری‌های گیاهی را متوقف یا از بین ببرند. ورمی کمپوست نه تنها باعث تحریک رشد و افزایش بیوماس گوجه فرنگی می‌شود بلکه از طریق غیر مستقیم با تاثیر بر میکروفلورای رایزوسفری باعث بازدارندگی سرایت بیماری‌ها می‌شود. همچنین به کلونیزاسیون میکوریزایی کمک می‌کند (زالر، ۲۰۰۶؛ کاوندز و همکاران، ۲۰۰۳).

در بررسی‌های به عمل آمده توسط راجبیر سینق و همکاران (۲۰۰۸) بر روی توت فرنگی مشخص شد که با مصرف ورمی کمپوست شیوع امراض فیزیولوژیکی و بی‌نظمی در رنگ پذیری میوه به ترتیب ۱۶/۱ و ۴/۵ درصد، بد شکلی میوه ۱۱/۵-۴ درصد، کپک خاکستری ۱۰/۴-۲/۱ درصد شد. مصرف ورمی کمپوست بطور معنی داری باعث کاهش بیماری مثل بوتریس ریشه شد که به موجب آن بازار پسندی میوه‌ها به میزان ۵۸/۶ درصد بهتر شد.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که با افزایش درصد مواد آلی خاک جمعیت باکتری‌های تریکودرما نیز افزایش می‌یابد. بعضی از گونه‌های تریکودرما از جمله *T. harzianum*، *T. viride* با برخورداری توام از خواصی مثل میکوپارازیستم، آنتی‌باپوزیس، و رقابت ساپروفیتی قادرند قارچ‌های بیماری‌زا را به میزان قابل توجهی کاهش دهند (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶). ساحنی و همکاران (۲۰۰۸) نشان دادند که در خاک‌های که با ورمی کمپوست تیمار شدند، بیماری پوسیدگی طوقه گیاه نخود کاهش یافت.

# فصل سوم

## مواد و روش ها

### ۳-۱ زمان و محل اجرای آزمایش

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۳ در یک مزرعه تحقیقاتی در ورامین - پیشوا در منطقه قلعه سین به اجرا درآمد.

### ۳-۲ موقعیت شهرستان ورامین از نظر جغرافیایی

شهرستان ورامین در مختصات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۱ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی واقع شده است، و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۰۵۰ می باشد.

### ۳-۳ شرایط آب و هوایی منطقه

بر اساس تقسیم بندی اقلیمی منطقه ورامین دارای اقلیم گرم و نیمه خشک با حداقل و حداکثر دمای روزانه ۴/۶ و ۳۰/۸ درجه سانتی گراد می باشد. میانگین بارندگی سالانه حدود ۱۹۱/۶ است (جدول ۳-۱).



جدول ۳-۱: اطلاعات اقلیمی ۳۰ سال اخیر منطقه ورامین در طی دوره رشد ذرت

ماه	میانگین رطوبت		بارندگی ماهیانه (میلی متر)	میانگین درجه حرارت (سانتی گراد)	
	نسبی (%)	کمینه		بیشینه	کمینه
اردیبهشت	۵۹	۳۸	۲۲/۵	۳۲/۵	۱۲/۸
خرداد	۵۱	۳۳	۱	۳۸/۷	۱۷/۴
تیر	۵۱	۳۱	۰/۲	۴۸/۷	۲۰/۲
مرداد	۵۶	۲۹	۰/۹	۴۴/۳	۲۰/۳
شهریور	۵۶	۳۵	۰/۲	۳۵/۷	۱۴/۶
سالیانه	۶۴	۴۲	۱۹۱/۶	۲۶/۶	۹/۱

### ۳-۴ خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش

قبل از انجام عملیات آماده سازی زمین و اجرای نقشه آزمایش، به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک از عمق ۰-۲۵ سانتی متری در ۱۵ نقطه از خاک مزرعه واقع در ورامین، نمونه برداری صورت گرفت. برای این منظور از هر نقطه معادل یک کیلوگرم خاک جدا گردید، سپس نمونه های جمع آوری شده را مخلوط کرده ، نهایتاً یک نمونه مرکب یک کیلوگرمی جهت تجزیه به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی در جدول (۳-۲) نشان داده شده است.

جدول ۲-۳ نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش قبل از کشت

نوع آزمایش	شوری dS.m <sup>-1</sup>	اسیدینه	آهک	کربن آلی %	ازت %	فسفر ppm	پتاسیم ppm	رس %	لای %	ماسه %	بافت
حدود مطلوب	<۵	۷-۷/۵	۱۵	۲-۲/۵	۰/۲	۱۵	۴۰۰	۲۵	۲۵	۵۰	لوم
نتایج	۲/۵۳	۷/۶۸	۱۳/۷۹	۱/۰۳	۰/۱	۲۴	۳۵۰	۲۵	۳۰	۴۵	لوم

### ۳-۵ نوع و قالب طرح آزمایشی

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. هر تکرار شامل ۱۲ کرت و جمعا ۳۶ کرت بود. فاکتور های مورد بررسی شامل: باقی مانده کمپوست قارچ در ۳ سطح (A<sub>۱</sub>) عدم مصرف، (A<sub>۲</sub>) ۱ تن در هکتار، (A<sub>۳</sub>) ۲/۵ تن در هکتار، ورمی کمپوست در ۲ سطح (B<sub>۱</sub>) عدم مصرف، (B<sub>۲</sub>) ۳/۵ تن در هکتار ، و کود نیتروژن در ۲ سطح (C<sub>۱</sub>) عدم مصرف و (C<sub>۲</sub>) ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود.

### ۳-۶ نقشه طرح

نقشه طرح به شکل زیر می باشد:

شکل ۳-۱- نقشه کاشت

A <sub>۱</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۱</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۱</sub>	A <sub>۱</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۲</sub>
B <sub>۲</sub>	B <sub>۲</sub>	B <sub>۲</sub>	B <sub>۲</sub>	B <sub>۲</sub>	B <sub>۲</sub>	B <sub>۱</sub>	B <sub>۱</sub>	B <sub>۱</sub>	B <sub>۱</sub>	B <sub>۱</sub>	B <sub>۱</sub>
C <sub>۱</sub>	C <sub>۱</sub>	C <sub>۲</sub>	C <sub>۲</sub>	C <sub>۲</sub>	C <sub>۱</sub>	C <sub>۲</sub>	C <sub>۱</sub>	C <sub>۱</sub>	C <sub>۱</sub>	C <sub>۲</sub>	C <sub>۲</sub>

A <sub>۱</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۱</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۱</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۱</sub>	A <sub>۱</sub>
B <sub>۱</sub>	B <sub>۱</sub>	B <sub>۱</sub>	B <sub>۱</sub>	B <sub>۲</sub>	B <sub>۱</sub>	B <sub>۲</sub>	B <sub>۲</sub>	B <sub>۲</sub>	B <sub>۲</sub>	B <sub>۱</sub>	B <sub>۲</sub>
C <sub>۲</sub>	C <sub>۱</sub>	C <sub>۲</sub>	C <sub>۱</sub>	C <sub>۱</sub>	C <sub>۲</sub>	C <sub>۲</sub>	C <sub>۲</sub>	C <sub>۱</sub>	C <sub>۲</sub>	C <sub>۱</sub>	C <sub>۱</sub>

A <sub>۱</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۱</sub>	A <sub>۱</sub>	A <sub>۱</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۲</sub>	A <sub>۱</sub>	A <sub>۲</sub>
B <sub>۱</sub>	B <sub>۱</sub>	B <sub>۲</sub>	B <sub>۲</sub>	B <sub>۱</sub>	B <sub>۲</sub>	B <sub>۱</sub>	B <sub>۲</sub>	B <sub>۲</sub>	B <sub>۱</sub>	B <sub>۱</sub>	B <sub>۲</sub>
C <sub>۲</sub>	C <sub>۲</sub>	C <sub>۱</sub>	C <sub>۱</sub>	C <sub>۱</sub>	C <sub>۲</sub>	C <sub>۱</sub>	C <sub>۱</sub>	C <sub>۲</sub>	C <sub>۱</sub>	C <sub>۲</sub>	C <sub>۲</sub>

## ۳-۷ عملیات اجرایی

### ۳-۷-۱ آماده سازی زمین و کاشت

عملیات تهیه زمین در اواخر فروردین سال ۱۳۹۳ صورت گرفت. در ابتدا زمین مورد نظر توسط گاو آهن برگردان دار شخم زده شد و سپس اقدام به عمل تسطیح زمین گردید. در پایان به وسیله فاروئر پشته هایی به عرض ۷۰ سانتی متر ایجاد گردید. در مرحله بعد ابعاد هر کرت مشخص شد. و به منظور عدم اختلاط آب هر تکرار با تکرار بعدی و سهولت در رفت آمد بین تکرار ها فاصله ۳ متری در نظر گرفته شد.

هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کشت به طول ۶ متر بود. باقی مانده کمپوست قارچ و ورمی کمپوست قبل از کاشت به صورت ردیفی طبق مقادیر تعیین شده برای هر تیمار به خاک تمام کرت ها مورد نظر (به جز کرت های شاهد) اضافه و به طور کامل با خاک مخلوط شدند. خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست در جدول ۳-۳ و خصوصیات شیمیایی باقی مانده کمپوست قارچ در جدول ۳-۴ نشان داده شده است. با توجه به شرایط خاک، نوع آبیاری و ... بذور در عمق ۴-۷ سانتی متری خاک در محل داغ آب کشت شدند. آبیاری با استفاده از تیپ به صورت قطره ای بود که در مرحله آخر روی هر ردیف کشیده شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت در روز ۱۲ اردیبهشت انجام شد.

جدول ۳-۳ نتایج تجزیه شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده در آزمایش

عنوان نمونه	EC dS.m <sup>-1</sup>	pH	رطوبت (%)	O.C (%)	O.M (%)	C/N	K (%)	P (%)	N (%)
ورمی کمپوست	۷/۳۱	۴/۷۴	۵/۲۵	۱۸/۹۸	۳۳/۳۱	۱۲/۴۸	۰/۸۵	۰/۷۳	۱/۵۲

جدول ۳-۴ نتایج تجزیه شیمیایی باقی مانده کمپوست قارچ مورد استفاده در آزمایش

عنوان نمونه	EC dS.m <sup>-1</sup>	pH	K (%)	P (%)	N (%)
باقی مانده کمپوست قارچ	۱/۲۲	۷/۸۵	۶/۴	۰/۳۸	۲/۳۳

### ۳-۷-۲ مرحله داشت

در طی فصل رشد عملیات داشت شامل آبیاری، کود دهی، تنک کردن و وجین علف های هرز انجام شد. آبیاری به صورت هر ۷ روز یکبار صورت گرفت. کود نیتروژن هم از منبع اوره در مرحله ۷-۵ برگی به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بکار برده شد.

### ۳-۷-۳ مرحله برداشت

#### ۳-۷-۳-۱ نمونه برداری در طی فصل رشد

برای مطالعه و بررسی خصوصیات رشدی ذرت در طی فصل رشد ۶ مرحله نمونه برداری انجام شد. نمونه برداری با فواصل هر ۱۲ روز تا برداشت نهایی ادامه داشت. در هر نمونه برداری از هر کرت آزمایشی، تعداد ۳ بوته برداشت شد، با احتساب اینکه نیم متر از ابتدا و انتهای هر ردیف به همراه دو ردیف کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد.

### ۳-۷-۳ نمونه برداری عملکرد

در انتهای دوره رشد به منظور اندازه گیری صفات مورد نظر در هر کرت، نیم متر از ابتدا و انتهای هر ردیف همراه با دو ردیف کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند. از هر واحد آزمایشی ۴ بوته به طور تصادفی انتخاب گردید و به آزمایشگاه انتقال داده شد. در آزمایشگاه طول بلال، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد بلال در بوته، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف بلال، ارتفاع بوته، سطح برگ در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک اندازه گیری شد.

### ۳-۸ اندازه گیری کلونیزاسیون میکوریزایی ریشه

به منظور تعیین میزان کلونیزاسیون میکوریزایی ریشه ها، از هر کرت آزمایشی پس از کنار زدن خاک از عمق ۲۰ تا ۳۰ سانتی متری نمونه ۵ گرمی از ریشه گرفته شد. ریشه های نمونه برداری شده با آب شسته شده، به طوری که تمامی خاک و باقیمانده گیاهی از ریشه ها حذف گردید. سپس به منظور رنگ بری ریشه ها را در محلول ۱۰٪ KOH به مدت ۳ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد استفاده شد. جهت خنثی نمودن محیط ریشه ها آن ها را به مدت ۴ دقیقه در محلول اسید کلریدریک (HCl) ۰/۱ مولار قرار داده شدند. برای رنگ آمیزی، ریشه ها را به مدت ۱۲ ساعت در محلول تریپان بلو (۰/۰۱ درصد) در دمای آزمایشگاه نگهداری شدند (فلیپس و هایمن، ۱۹۷۰). به منظور تعیین درصد کلونیزاسیون ۲۵ قطعه یک سانتی متری بریده شده و زیر میکروسکوپ با بزرگ نمایی ۲۰۰ وجود هر یک از اندام قارچ (وزیکول، آرباسکول و هیف) به عنوان یک درصد حساب می شد (گارسیا و همکاران، ۲۰۱۲).

### ۳-۹ اندازه گیری نیتروژن و پروتئین دانه

اندازه گیری درصد نیتروژن دانه به روش کجدال انجام شد (والینگ و همکاران، ۱۹۸۹). ۱ گرم از دانه خوب آسیاب کرده و به بالن های مخصوص کجدال منتقل گردید. برای هضم ۲۰ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ و ۷ گرم سولفات سدیم و ۱ گرم سولفات مس (به عنوان کاتالیزور) اضافه گردید. مخلوط حاصل تا بی رنگ شدن حرارت داده شد. عمل تقطیر توسط دستگاه کجدال انجام شد. تیتراسیون با استفاده از اسید کلریدریک ۰/۱ نرمال به صورت دستی انجام شد. بورات آمونیوم حاصل از مرحله تقطیر توسط این اسید تیترا گردید. حجم اسید مصرف شده برای رسیدن به رنگ ارغوانی در رابطه (۳-۱) قرار گرفت تا درصد نیتروژن دانه بدست آید. سپس از طریق ضریب تبدیل پروتئین در گیاه ذرت که ۶/۴۰ می باشد، با استفاده از رابطه (۳-۲) درصد پروتئین محاسبه شد.

$$\text{درصد نیتروژن} = (A \times 0.14) / (\text{وزن نمونه}) \quad (۳-۱)$$

$$\text{فاکتور نیتروژن} \times \text{درصد نیتروژن} = \text{درصد پروتئین} \quad (۳-۲)$$

## ۳-۱۰ اندازه گیری برخی خصوصیات خاک

### ۳-۱۰-۱ درصد کربن آلی خاک

اندازه گیری مقدار مواد آلی نمونه ها به روش والکی و بلاک (۱۹۳۴) انجام شده در این روش یک گرم خاک هوا خشک را به یک ارلن ۲۵۰ میلی لیتری منتقل می کنیم و سپس ۱۰ میلی لیتر بی کرومات یک نرمال و ۲۰ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ به آن اضافه کرده، و ۳۰ دقیقه به محلول استراحت می دهیم سپس با استفاده از مصرف ارتوفتانترولین (فروئین) محتویات ارلن را با محلول نیم نرمال فروآمونیم سولفات تیترو می کنیم بر روی نمونه شاهد (بدون خاک) مراحل فوق صورت گرفت و سپس درصد کربن آلی نمونه ها از فرمول زیر محاسبه گردید (احیایی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۰).

$$\% \text{ OC} = M \times 0.39 \times [(V_1 - V_2) / S]$$

M = نرمالیتته فروآمونیم سولفات

V<sub>1</sub> = حجم فرو آمونیم مصرفی برای شاهد (میلی لیتر)

V<sub>2</sub> = حجم فرو آمونیم مصرفی برای نمونه ها (میلی لیتر)

S = وزن خاک خشک شده در هوای آزاد



### ۳-۱۰-۲ نیتروژن کل خاک

نیتروژن کل خاک به روش کجدال اندازه گیری گردید (برمنر، ۱۹۶۵). به این صورت که نیتروژن خاک توسط سولفوریک اسید غلیظ در مجاورت کاتالیزور اکسید شده و پس از عمل هضم، آن را متصاعد می کند، نیتروژن متصاعد شده را توسط بوریک اسید ۱٪ جمع آوری و آنگاه تیتراسیون با سولفوریک اسید ۰/۰۱ نرمال انجام گردید. در این روش ابتدا یک گرم خاک را به همراه ۱/۱ گرم مخلوط کاتالیست و ۲ میلی لیتر آب مقطر به همراه ۳ میلی لیتر سولفوریک اسید غلیظ حرارت داده شد، سپس نمونه های هضم شده توسط دستگاه کجدال با کمک سود ۱۰ نرمال تقطیر شده و در پایان جهت اندازه گیری نیتروژن تیتراسیون را تا تبدیل رنگ سبز به ارغوانی ادامه داده شد. این رنگ نشانگر پایان تیتراسیون است. درصد نیتروژن کل با فرمول زیر بدست آمد.

$$\%N = (1/4 \times M (a - b))/S$$

M = نرمالیتت اسید مصرفی

a = میانگین حجم اسید مصرفی به وسیله نمونه (میلی لیتر)

b = میانگین حجم اسید مصرفی به وسیله شاهد (میلی لیتر)

S = وزن نمونه های خاک

### ۳-۱۰-۳ تنفس خاک

میزان تنفس میکروبی خاک با استفاده از ظروف سر بسته به روش تیتراسیون برگشتی با سود باقی مانده اندازه گیری شد (پارکین و همکاران، ۱۹۹۶). در این روش ۲۵ گرم از خاک مرطوب وزن کرده در ظرف شیشه ای قرار می دهیم سپس ۲۰ سی سی از محلول هیدروکسید سدیم (۲ گرم در یک لیتر آب مقطر) را در قوطی جدا گانه ریخته داخل شیشه بر روی خاک قرار می دهیم در ظرف را بسته و در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار می دهیم. سپس محلول هیدروکسید را از داخل شیشه برداشته به آن ۲ میلی لیتر کلرید باریوم ( ۱۰/۴ گرم کلرید باریوم در ۱۰۰ سی سی آب مقطر) اضافه کرده محلول رسوب می کند در مرحله بعد به آن چند قطره فنل فتالین اضافه می کنیم محلول ارغوانی رنگ می شود. در نهایت با اسید HCL تیتراسیون می نماییم تا رنگ محلول سفید گردد. میزان اسید مصرفی یادداشت می نماییم. بر روی نمونه شاهد (بدون خاک ) مراحل فوق صورت گرفت. سپس اعداد بدست آمده در فرمول زیر قرار داده شد.

$$\text{تنفس میکروبی خاک} = ((C - S) \times 2/2 \times 100) / (SW \times \%dm)$$

C = میانگین حجم اسید مصرفی به وسیله شاهد (میلی لیتر)

S = میانگین حجم اسید HCL مصرفی به وسیله نمونه (میلی لیتر)

۲/۲ = فاکتور تبدیل ( ۱ میلی لیتر از HCL ۰/۱ مولار معادل ۲/۲ میلی گرم CO<sub>2</sub> است)

%dm = فاکتور تبدیل برای خاک خشک

SW = وزن اولیه خاک

## ۳-۱۱ برآورد شاخص های رشد

### ۳-۱۱-۱ اندازه گیری سطح برگ (LAI)<sup>۱</sup>

در استفاده کارآمد از انرژی خورشیدی توسط گیاهان حداکثر تشعشع خورشیدی بایستی دریافت گردد. برگ ها مهم ترین اندام فتوسنتزی مطرح هستند و بنابراین نحوه ی رشد، توزیع و تغییرات سطح برگ به عنوان سطح جاذب تشعشع خورشیدی از اهمیت بالایی برخوردار است. به منظور محاسبه سطح برگ در بوته در هر نمونه برداری ۴ بوته از هر کرت برداشت شد. ابتدا برگ ها از ساقه جدا گردید طول و بزرگترین پهنای هر برگ به وسیله خط کش اندازه گیری شد و سپس سطح برگ بوته از رابطه  $LA=L \times W \times 0.75$  استفاده شد (مول و کمپارس، ۱۹۷۷). در این فرمول A مساحت برگ، L طول برگ، W بزرگترین پهنای برگ می باشد. بعد از آن شاخص سطح برگ را از رابطه  $LAI= LA/ SA$  محاسبه گردید ( SA سطح زمینی که بوته اشغال کرده است).

### ۳-۱۱-۲ سرعت رشد گیاه (CGR)<sup>۲</sup>

سرعت رشد محصول با معنا ترین واژه تجزیه و تحلیل رشد در جوامع گیاهی است که میزان تجمع ماده خشک یک جامعه گیاهی را در یک واحد زمانی مشخص و در واحد سطح خاک نشان می دهد. که بر حسب گرم بر متر مربع در روز ( $gr/m^2/day$ ) بیان می شود (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۰). با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

$$CGR = (W_2 - W_1) / (T_2 - T_1)$$

$W_1$  و  $W_2$ : تغییرات وزن خشک (گرم در متر مربع)

---

<sup>1</sup> - Leaf Area Index

<sup>2</sup> - Crop Growth Rate

T<sub>1</sub> و T<sub>2</sub>: فاصله زمانی بین دو نمونه برداری بر حسب روز

### ۳-۱۱-۳ سرعت رشد نسبی (RGR<sup>۱</sup>)

سرعت رشد نسبی بیان کننده وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن اولیه در یک فاصله زمانی مشخص است. با استفاده از RGR می توان گیاهان مختلف با هم مقایسه کرد و بیان کرد که هر گرم وزن خشک از هر گیاه در واحد زمان چقدر افزایش وزن نشان می دهد و بر حسب گرم بر گرم در روز (gr/gr/day) بیان می شود. با استفاده از فرمول زیر محاسبه می گردد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۰).

$$RGR = (\ln W_2 - \ln W_1) / (T_2 - T_1)$$

### ۳-۱۱-۴ سرعت جذب خالص یا سرعت فتوسنتز خالص (NAR<sup>۲</sup>)

عبارتست از سرعت تجمع ماده خشک در واحد سطح برگ (سطح فتوسنتز کننده) در زمان بر حسب گرم بر متر مربع سطح برگ در روز (gr/m<sup>2</sup>/day) که با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۰).

$$NAR = CGR / LAI$$

---

<sup>1</sup> - Relative Growth Rate

<sup>2</sup> - Net Assimilation Rate

## ۳-۱۲ تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار MSTATC استفاده شد. برای مقایسه میانگین از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید. و نمودار ها نیز با استفاده از نرم افزار اکسل<sup>۱</sup> ترسیم شدند.

---

<sup>۱</sup>- Excel



## فصل چهارم

## نتایج و بحث

## ۴-۱ ارتفاع بوته

تجزیه واریانس داده های حاصل از صفت ارتفاع بوته نشان داد که اثر اصلی باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست، نیتروژن و اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و ورمی کمپوست و همچنین اثر سه گانه تیمار در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل ورمی کمپوست و نیتروژن بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۵٪ معنی دار شد (جدول پیوست ۱).

همانطور که در جدول پیوست ۱ ملاحظه می شود، اثر سه گانه باقی مانده کمپوست قارچ و ورمی کمپوست و نیتروژن بر ارتفاع بوته معنی دار بود ( $p \leq 0.01$ ). مقایسه میانگین های اثر سه گانه جدول (۴-۱) نشان داد که ارتفاع بوته با افزایش مصرف باقی مانده کمپوست قارچ از ۱ به ۲/۵ تن در هکتار در زمان مصرف ۳/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن اختلاف معنی داری نداشته و هر دو تیمار در یک گروه آماری قرار گرفتند. کاربرد تیمار ۱ و ۲/۵ تن در هکتار باقی مانده کمپوست قارچ در زمان مصرف ۳/۵ تن ورمی کمپوست و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب سبب افزایش ۲۳/۸۵ و ۲۵/۳۵ درصدی ارتفاع بوته نسبت به شاهد شد. کمترین ارتفاع بوته (۲۰۰ سانتی متر) در تیمار شاهد مشاهده شد.

یکی از عوامل اصلی تعیین کننده ارتفاع گیاه، تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است، تیمار کود های آلی به همراه کود نیتروژنه، با تامین تدریجی عناصر غذایی این عمل را به خوبی انجام داده و باعث افزایش ارتفاع گیاه می شود. در یک آزمایش مزرعه ای روی گیاه ریحان، کاربرد توام کودهای نیتروژنه آلی و معدنی، باعث افزایش معنی داری ارتفاع گیاه نسبت به کاربرد کودهای معدنی به تنهایی شد (کندل و همکاران، ۲۰۰۲). افزایش بیشتر ارتفاع گیاه در تیمار های کود تلفیقی احتمالاً به دلیل میزان نیتروژن آزاد شده بیشتر در این تیمارها نسبت به سایر تیمار است. افزایش ارتفاع بوته



در سطوح کودی تلفیقی در گیاه ذرت به علت افزایش جذب مواد غذایی توسط محققان گزارش شده است (چما و همکاران، ۲۰۱۰). نتایج حاضر با نتایج حاصل از پژوهش احمد و همکاران (۲۰۰۷) همخوانی دارد. آن‌ها گزارش کردند که کاربرد تلفیقی کود آلی و کود اوره نسبت به کاربرد جداگانه هر کدام از آن‌ها باعث افزایش بیشتر ارتفاع گیاهان ذرت و گندم می‌شود. عثمان و همکاران (۲۰۰۳) در بررسی اثر مصرف تلفیقی کود های آلی و شیمیایی بر رشد و عملکرد برنج نتایج مشابهی مشاهده کردند. به نظر می‌رسد افزایش ارتفاع گیاه با مصرف تلفیقی کود های آلی و شیمیایی می‌تواند به دلیل افزایش عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف قابل جذب گیاه باشد.

جدول ۴-۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن بر

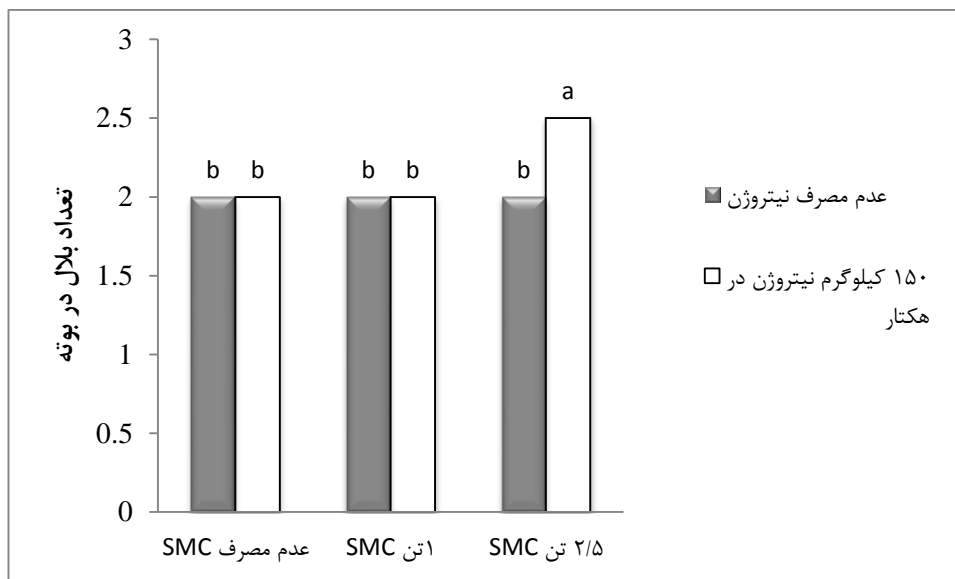
ارتفاع بوته

SMC	ورمی کمپوست	نیتروژن	واحد	سانتی متر
عدم مصرف	عدم مصرف	عدم مصرف	d	۲۰۰
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	bc	۲۳۴/۷
	مصرف ۳/۵ تن در هکتار	عدم مصرف	bc	۲۳۸/۳
مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار		c	۲۳۲/۳	
مصرف ۱ تن در هکتار	عدم مصرف	عدم مصرف	bc	۲۳۸/۳
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	bc	۲۳۸
	مصرف ۳/۵ تن در هکتار	عدم مصرف	عدم مصرف	c
مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار		a	۲۴۷/۷	
مصرف ۲/۵ تن در هکتار	عدم مصرف	عدم مصرف	c	۲۳۰/۳
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	ab	۲۴۱/۷
	مصرف ۳/۵ تن در هکتار	عدم مصرف	عدم مصرف	bc
مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار		a	۲۵۰/۷	

## ۴-۲ تعداد بلال در بوته

تجزیه واریانس داده های حاصل از صفت تعداد بلال در بوته نشان داد که اثر اصلی باقی مانده کمپوست قارچ و کود نیتروژن و همچنین اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و نیتروژن بر تعداد بلال در بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. سایر ترکیبات تیماری اثر معنی داری بر این صفت نداشتند (جدول پیوست ۱).

اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و نیتروژن تاثیر معنی داری بر تعداد بلال در بوته داشت (جدول پیوست ۱) ( $p \leq 0.01$ ). نتایج مقایسه میانگین حاکی از آن است که کاربرد توام ۲/۵ تن در هکتار باقی مانده کمپوست قارچ و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشترین تاثیر بر تعداد بلال در بوته در مقایسه با سایر تیمارها و شاهد داشت. سایر تیمارهای مورد بررسی با تیمار شاهد اختلاف معنی داری نداشته و در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۱). علیزاده و همکاران (۲۰۰۸) افزایش تعداد بلال را با استفاده از کودهای زیستی با مصرف بهینه کودهای شیمیایی معنی دار بیان کردند.



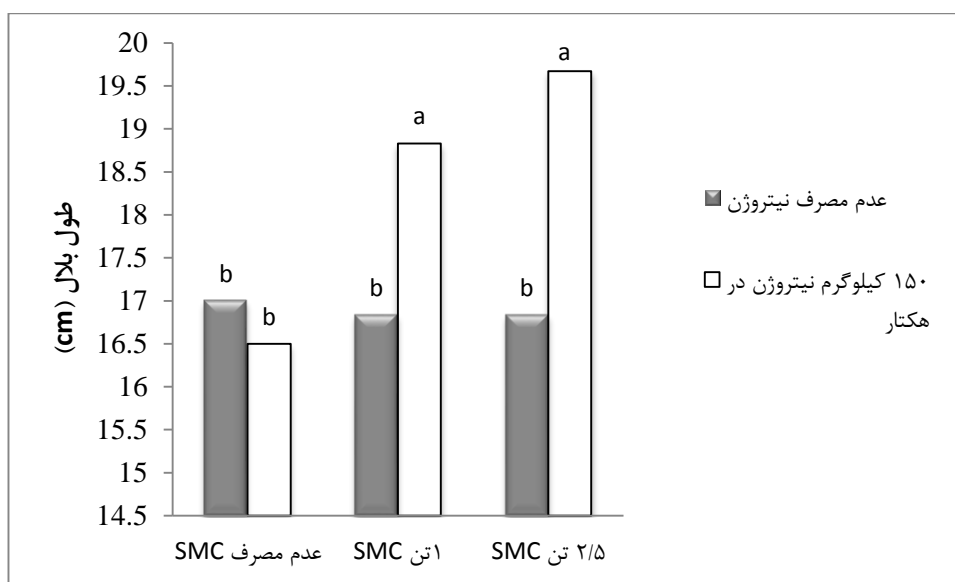
شکل ۴-۱- اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و نیتروژن بر تعداد بلال در بوته

#### ۴-۳ طول بلال

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد، اثرات اصلی باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و کود نیتروژن، اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و کود نیتروژن در برداشت نهایی بر طول بلال در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد (جدول پیوست ۱).

نتایج مقایسه میانگین (شکل ۴-۲) نشان داد که کاربرد ۲/۵ تن باقی مانده کمپوست قارچ در هکتار در زمان مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن سبب افزایش ۱۹/۲۱ درصدی طول بلال نسبت به تیمار شاهد شد که از لحاظ آماری با تیمار کاربرد ۱ تن در هکتار باقی مانده کمپوست قارچ در زمان مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف معنی داری نداشته هر دو در یک گروه آماری قرار گرفتند. به طور کلی کاربرد سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ در زمان عدم مصرف نیتروژن نتوانسته اند موجب اختلاف معنی داری بر طول بلال شود. غدیری و مجیدیان (۱۳۸۲) اظهار داشتند که افزایش نیتروژن باعث افزایش طول بلال می شود. یاداو و همکاران (۲۰۰۲) گزارش

کردند که کاربرد کود شیمیایی و کود آلی بصورت تلفیقی سبب افزایش طول سنبله شد. به نظر می‌رسد کاربرد تلفیقی کودها با ایجاد تعادل مناسب در میزان عناصر خاک و افزایش نیتروژن در مراحل حساس پر شدن دانه سبب افزایش طول بلال می‌شود.

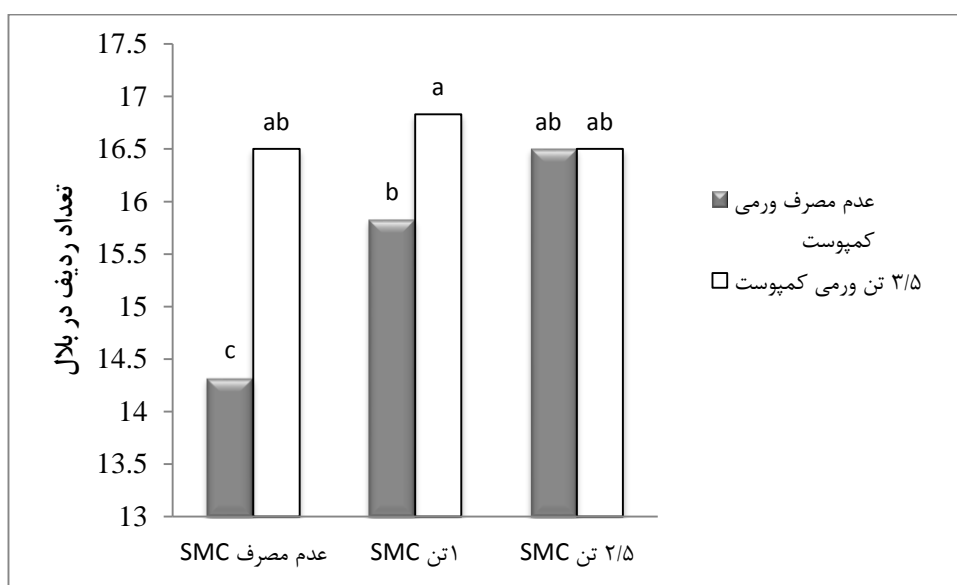


شکل ۴-۲- اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و نیتروژن بر طول بلال

#### ۴-۴ تعداد ردیف بلال

در جدول پیوست ۱ نتایج تجزیه واریانس تعداد ردیف بلال ذکر شده است نتایج حاکی از آن بود که اثر اصلی باقی مانده کمپوست قارچ و ورمی کمپوست و اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و ورمی کمپوست بر تعداد ردیف بلال در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود.

نتایج مقایسه میانگین نشان داد کاربرد همزمان ۱ تن در هکتار باقی مانده کمپوست قارچ و مصرف ۳/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست سبب افزایش تعداد ردیف بلال به میزان ۱۷/۴۴ درصد نسبت به شاهد گردید و کمترین تعداد ردیف بلال (۱۴/۳۳) در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۳-۴). رضوان طلب و همکاران (۱۳۸۸) اظهار داشتند که کاربرد کمپوست سبب افزایش تعداد ردیف بلال شد.



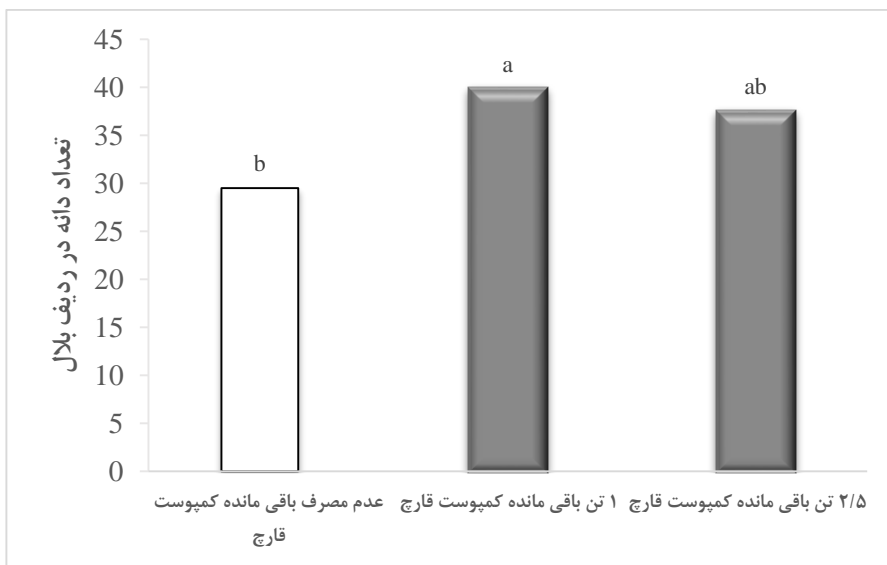
شکل ۳-۴- اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و ورمی کمپوست بر تعداد ردیف در بلال

#### ۴-۵ تعداد دانه در ردیف بلال

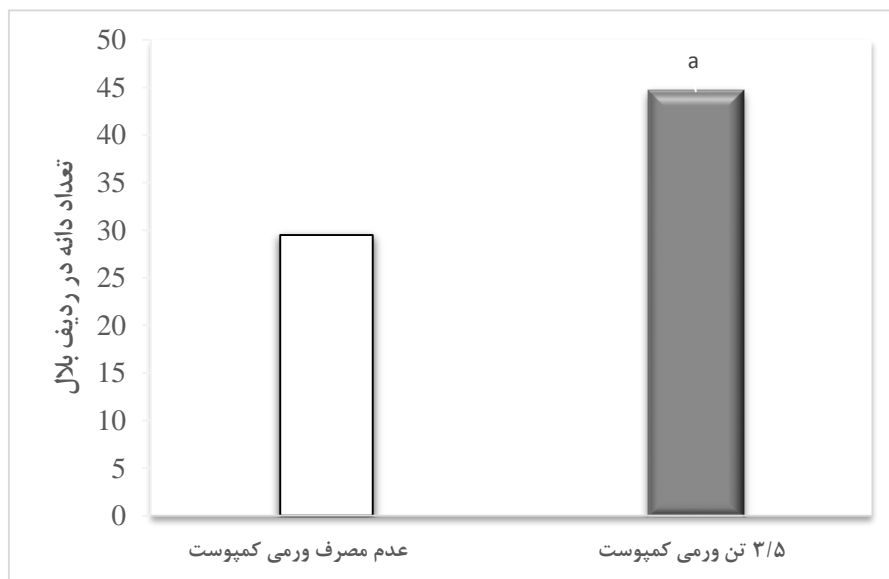
نتایج جدول تجزیه واریانس در پیوست ۱ نشان داد که اثرات اصلی باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد دانه در ردیف بلال معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین ها (شکل ۴-۴) نشان داد که با کاربرد تیمار ۱ تن باقی مانده کمپوست قارچ تعداد دانه در بلال به طور معنی داری افزایش یافته بطوری که معادل ۳۵/۰۱ درصد نسبت به شاهد رشد داشته است. همچنین

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با کاربرد ورمی کمپوست تعداد دانه در بلال افزایش معنی داری دارد. کمترین تعداد دانه در بلال (۲۹/۵) در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۴-۵). کریمی (۱۳۸۸) گزارش کرد که کاربرد ورمی کمپوست سبب افزایش تعداد دانه در ردیف بلال شد. اثرات مثبت ورمی کمپوست بر صفت تعداد دانه در سنبله توسط الماسیان و همکاران (۲۰۰۶) در گیاه گندم گزارش شد به طوری که در مقایسه بین خاک شاهد و خاک حاوی ورمی کمپوست در خصوص تعداد دانه در سنبله بیانگر افزایش معنی داری معادل ۱۹/۸ درصد در خاک حاوی کمپوست بودند.

بهبود وضعیت تغذیه ای گیاه و همچنین افزایش آب در دسترس گیاه ناشی از بهبود خواص فیزیکی خاک در اثر مصرف کودهای آلی باعث افزایش تعداد دانه در چتر گیاه می‌شود (سعید نژاد و رضوانی مقدم، ۱۳۸۹). در توضیح این مطلب می‌توان اینگونه بیان کرد که کاربرد کودهای آلی سبب آزاد سازی تدریجی عناصر از این کودها خصوصا در طی دوره کاکل دهی و تشکیل دانه می‌شود که جذب نیتروژن اهمیت ویژه ای دارد، در نتیجه سبب تشکیل مواد فتوسنتزی شده و موجب افزایش دانه های بیشتر در ردیف بلال می‌شود.



شکل ۴-۴- تاثیر باقی مانده کمپوست قارچ بر تعداد دانه در ردیف بلال



شکل ۴-۵- تاثیر ورمی کمپوست بر تعداد دانه در ردیف بلال

## ۴-۶ وزن صد دانه

مطابق جدول تجزیه واریانس اثرات اصلی باقی مانده کمپوست قارچ، نیتروژن در سطح احتمال ۱٪، اثر اصلی ورمی کمپوست در سطح ۵٪ و همچنین اثر متقابل سه گانه باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ بر وزن صد دانه معنی دار بود (جدول پیوست ۲). نتایج مقایسه میانگین حاکی از آن است که، تیمار مصرف ۲/۵ تن در هکتار باقی مانده کمپوست قارچ و ۳/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن سبب افزایش وزن صد دانه به میزان ۵۱/۶۹ درصد نسبت به شاهد گردید. کمترین میزان وزن صد دانه مربوط به تیمار شاهد (۱۸/۲۶ گرم) بود. (جدول ۴-۲). بررسی منترل و همکاران (۲۰۰۲) نیز نشان داد که مصرف تلفیقی کودهای آلی با کود شیمیایی باعث افزایش وزن هزار دانه ذرت گردید. آنان علت این افزایش را به اثرات مفید کود های آلی در افزایش رشد ریشه، عرضه مناسب عناصر غذایی، بهبود شدت فتوسنتز و تسهیم بهتر مواد در دانه ها نسبت دادند. همچنین فلاح و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند که وزن هزار دانه در سطوح کودی تلفیقی نسبت به سطح شیمیایی و سطح آلی بیشتر بود. قنبری و همکاران (۲۰۱۲) به نتایج مشابهی در گیاه جو دست یافتند. به نظر می رسد افزایش وزن صد دانه تحت تاثیر تیمار تلفیقی به علت فراهمی مناسب عناصر غذایی و بهبود خواص بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاک به دلیل استفاده از کودهای آلی، شرایط بهینه ای در زمان پرشدن دانه ها ایجاد کرده و با تولید ماده خشک بیشتر باعث سنگینی دانه ها و افزایش وزن صد دانه می شود.



جدول ۴-۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن بر وزن صد دانه

SMC	ورمی کمپوست	نیتروژن	واحد	گرم
عدم مصرف	عدم مصرف	عدم مصرف	f	۱۸/۲۶
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	de	۲۵/۱۶
	مصرف ۳/۵ تن در هکتار	عدم مصرف	cde	۲۵/۵۰
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	e	۲۵/۰۹
مصرف ۱ تن در هکتار	عدم مصرف	عدم مصرف	bcd	۲۶/۲۶
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	bc	۲۶/۴۲
	مصرف ۳/۵ تن در هکتار	عدم مصرف	cde	۲۰/۶۸
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	ab	۲۷/۳۰
مصرف ۲/۵ تن در هکتار	عدم مصرف	عدم مصرف	cde	۲۵/۶۰
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	ab	۲۶/۷۰
	مصرف ۳/۵ تن در هکتار	عدم مصرف نیتروژن	bcde	۲۶/۱۸
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	a	۲۷/۷۰

#### ۴-۷ درصد نیتروژن دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس در جدول پیوست ۲ نشان داد که اثر اصلی باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن، اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و نیتروژن و همچنین اثر سه گانه تیمارهای مورد بررسی بر درصد نیتروژن دانه در سطح ۱٪ معنی دار بود.

در بررسی اثرات سه گانه باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن بر درصد نیتروژن دانه مشخص گردید که اثرات سه گانه این عامل ها در سطح ۱٪ معنی دار بود. بر اساس جدول مقایسه میانگین درصد نیتروژن دانه در تیمار کاربرد ۲/۵ تن در هکتار باقی مانده کمپوست قارچ در زمان عدم مصرف ورمی کمپوست و نیتروژن با میزان ۲/۲۸۳ درصد نیتروژن دانه در بالاترین سطح

قرار گرفت (جدول ۳-۴). محمدی و رخزادی (۲۰۱۲) گزارش نمودند که کاربرد کمپوست درصد نیتروژن دانه کلزا را افزایش داد.

فاهی و وست (۱۹۹۴) به نتایج مشابهی دست یافتند. کاربرد کودهای آلی به صورت کمپوست ضمن افزایش فعالیت های آنزیمی خاک باعث افزایش فراهمی نیتروژن برای گیاه شده و در نتیجه میزان نیتروژن دانه را افزایش می دهد.

جدول ۳-۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن بر درصد نیتروژن دانه

درصد	واحد	نیتروژن	ورمی کمپوست	SMC
۰/۹۳	bcd	عدم مصرف	عدم مصرف	عدم مصرف
۱/۲۷	b	مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	مصرف ۳/۵ تن در هکتار	
۰/۷۷	cd	عدم مصرف		
۰/۵۷	d	مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار		
۱/۱۹	bc	عدم مصرف	عدم مصرف	مصرف ۱ تن در هکتار
۰/۹۹	bcd	مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	مصرف ۳/۵ تن در هکتار	
۰/۸۶	bcd	عدم مصرف		
۰/۷۲	cd	مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار		
۲/۲۸	a	عدم مصرف	عدم مصرف	مصرف ۲/۵ تن در هکتار
۰/۹۶	bcd	مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	مصرف ۳/۵ تن در هکتار	
۰/۹۳	bcd	عدم مصرف		
۰/۹۷	bcd	مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار		

#### ۴-۸ درصد پروتئین دانه

طبق نتایج جدول پیوست ۲، اثر اصلی عوامل مورد بررسی و همچنین اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و نیتروژن و اثر سه گانه تیمارهای آزمایش بر درصد پروتئین دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد.

طبق نتایج جدول ۴-۴ اثر سه گانه باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن بر درصد پروتئین دانه معنی دار بود ( $p \leq 0.01$ ). به طوری که مقایسه میانگین ها نشان داد، بیشترین درصد پروتئین دانه در زمان کاربرد ۲/۵ تن در هکتار باقی مانده کمپوست قارچ و عدم مصرف ورمی کمپوست و نیتروژن مشاهده شد. در همین زمینه کیانی و همکاران (۱۳۹۳) عنوان کردند که باقی مانده کمپوست قارچ غنی از نیتروژن آلی بوده و در طی زمان و با فراهم شدن شرایط نیتریفیکاسیون، نیتروژن آلی آن به فرم معدنی و آزاد تبدیل شده و در اختیار گیاه قرار می گیرد. نیتروژن متصل به ترکیبات آلی (در ساختمان گلوتامات و گلوتامین) برای ساختن اسید آمینه و ترکیبات با وزن مولکولی زیاد مانند پروتئین ها مورد استفاده قرار می گیرد. به نظر می رسد یکی دیگر از دلایل افزایش درصد پروتئین دانه بهبود تغذیه گیاه به ویژه از نظر ریز مغذی هایی مانند روی و آهن است، که توسط کمپوست ها آزاد می شود. روی یکی از اجزای ضروری آنزیم RNA پلیمراز و جزئی از ساختمان ریبوزوم است که در تشکیل پروتئین نقش دارد، که نهایتاً موجب افزایش درصد نیتروژن و پروتئین دانه می شود.

جدول ۴-۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن بردرصد

پروتئین دانه

درصد	واحد	نیتروژن	ورمی کمپوست	SMC
۵/۹۵	bcd	عدم مصرف	عدم مصرف	عدم مصرف
۸/۱۲	b	مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	مصرف ۳/۵ تن در هکتار	
۴/۹۴	cd	عدم مصرف		
۳/۶۴	d	مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار		
۷/۶۳	bc	عدم مصرف	عدم مصرف	مصرف ۱ تن در هکتار
۶/۳۳	bcd	مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	مصرف ۳/۵ تن در هکتار	
۵/۵۴	bcd	عدم مصرف		
۴/۶۴	cd	مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار		
۱۴/۶۱	a	عدم مصرف	عدم مصرف	مصرف ۲/۵ تن در هکتار
۶/۱۶	bcd	مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	مصرف ۳/۵ تن در هکتار	
۵/۹۵	bcd	عدم مصرف		
۶/۲۴	bcd	مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار		

#### ۴-۹ عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که عملکرد بیولوژیک به طور معنی داری تحت تاثیر عوامل بکار برده شده در آزمایش قرار گرفت. نتایج مندرج در جدول تجزیه واریانس (جدول پیوست ۲) بیانگر این است که اثر اصلی باقی مانده کمپوست قارچ و همچنین اثر سه گانه تیمارها در سطح احتمال ۱٪ و اثر اصلی ورمی کمپوست، اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و ورمی کمپوست در سطح احتمال ۵٪ بر عملکرد بیولوژیک معنی دار شد.

جدول مقایسه میانگین ها در رابطه با صفت عملکرد بیولوژیک نشان داد که، پایین ترین میزان عملکرد بیولوژیک گیاه ذرت در تیمار شاهد به میزان ۱۰۵۳۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. در همین شرایط با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد بیولوژیک به ۱۹۶۶۰ کیلوگرم در هکتار با رشد ۸۶/۷۰ درصدی رسید. استفاده از کودهای آلی به همراه کود نیتروژنه و یا حتی بدون مصرف آن توانست عملکرد بیولوژیک را بطور معنی داری افزایش دهد. بطور مثال مصرف ۲/۵ تن در هکتار باقی مانده کمپوست قارچ به همراه ۳/۵ تن ورمی کمپوست و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن توانست عملکرد تا ۳۲۳۳۰ کیلوگرم در هکتار افزایش داده و اختلاف معنی داری را با شاهد نشان دهد. در همین راستا وانگ و همکاران (۲۰۰۱) بیان کردند که کاربرد توام کودهای آلی و معدنی مزایایی زیادی، نه فقط به خاطر افزایش جذب نیتروژن به وسیله ذرت بلکه به خاطر افزایش عملکرد بیولوژیک دارد. همچنین کلخوران و همکاران (۱۳۸۹) اظهار داشتند که سیستم تغذیه تلفیقی بیشترین عملکرد بیولوژیک را در گیاه آفتابگردان بین سایر سیستم های تغذیه ای شیمیایی و آلی تولید کردند علت این امر به دلیل فراهمی بیشتر نیتروژن قابل دسترس خاک با نیاز های گیاه عنوان کردند. افزایش عملکرد در سیستم تغذیه تلفیقی را می توان به نقش کودهای آلی در فراهمی عناصر غذایی قابل دسترس خصوصا نیتروژن در طول فصل رشد (به دلیل آزاد سازی تدریجی عناصر از کود آلی) و بهبود خصوصیات فیزیکی، بیولوژیکی و بهبود ظرفیت رطوبتی، که تاثیر غیر مستقیمی بر عملکرد داشته و باعث افزایش فعالیت های رشدی گیاه شده و در نتیجه عملکرد بیولوژیک گیاه افزایش می دهد. علاوه بر این مصرف همزمان کودهای آلی در ترکیب با کود شیمیایی از هدر رفت عنصر نیتروژن موجود در این کودها به طریق آبشویی، جلوگیری کرده و در نتیجه ضمن افزایش کارایی کود شیمیایی نیتروژن بیشتری در اختیار گیاه قرار می دهد. از آن جایی که عنصر نیتروژن

نقش بسزایی در مولکول کلروفیل و رشد سبزینه ای دارد افزایش میزان نیتروژن تا حد مطلوب گیاه، سبب افزایش عملکرد می شود.

جدول ۴-۵- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک

SMC	ورمی کمپوست	نیتروژن	واحد	کیلوگرم در هکتار
عدم مصرف	عدم مصرف	عدم مصرف	e	۱۰۵۳۰
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	cd	۱۹۶۶۰
	مصرف ۳/۵ تن در هکتار	عدم مصرف	abcd	۲۶۳۹۰
مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار		bcd	۲۱۶۳۰	
مصرف ۱ تن در هکتار	عدم مصرف	عدم مصرف	ab	۲۷۶۳۰
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	bcd	۲۳۰۸۰
	مصرف ۳/۵ تن در هکتار	عدم مصرف	bcd	۲۳۹۷۰
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	abc	۲۷۱۳۰
مصرف ۲/۵ تن در هکتار	عدم مصرف	عدم مصرف	d	۱۹۲۶۰
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	bcd	۲۴۳۰۰
	مصرف ۳/۵ تن در هکتار	عدم مصرف	bcd	۲۲۵۴۰
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	a	۳۲۳۳۰

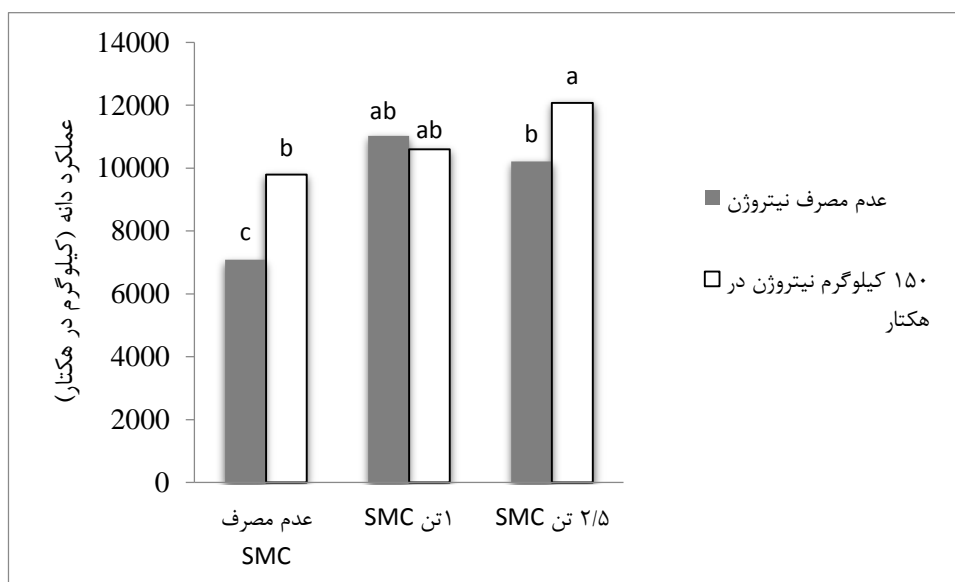
#### ۴-۱۰ عملکرد دانه

طبق نتایج جدول پیوست ۲، اثر اصلی باقی مانده کمپوست قارچ در سطح احتمال ۱٪ همچنان اثر اصلی نیتروژن و اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و نیتروژن در سطح احتمال ۵ درصد بر عملکرد دانه تاثیر داشت. با افزایش سطح هر سه تیمار کودی میزان عملکرد دانه افزایش معنی داری

یافت اما بیشتر بودن عملکرد دانه در اثر کاربرد باقی مانده کمپوست قارچ نسبت به سایر کود های آلی با توجه به نتایج اوزن (۲۰۰۴) ، تاب و همکاران (۲۰۰۴) را می توان به قدرت نگهداری عناصر غذایی، آزادسازی عناصر به مرور زمان، جلوگیری از آبشویی عناصر، و غنی بودن این ماده از نیتروژن نسبت داد.

نتایج مقایسه میانگین های مربوطه نشان داد تیمار مصرف ۲/۵ تن در هکتار باقی مانده کمپوست قارچ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن سبب افزایش عملکرد دانه به میزان ۷۰/۲۶ درصد نسبت به شاهد گردید. کمترین میزان عملکرد دانه در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۴-۶). همچنین نتایج مقایسه میانگین حاکی از آن است کاربرد ۱ تن در هکتار باقی مانده کمپوست قارچ در زمان مصرف و عدم مصرف کود نیتروژن اختلاف معنی داری نداشته، هر دو تیمار در یک گروه آماری قرار گرفتند. پژوهشگران دلیل افزایش عملکرد در سطوح کود تلفیقی را ناشی از مطابقت بیشتر بین نیتروژن قابل دسترس خاک با نیازهای گیاه در سیستم تلفیقی می دانند (مولکی و همکاران، ۲۰۰۴). به طوری که در اوایل رشد که نیاز غذایی کم است میزان نیتروژن معدنی آن ها کمتر از کود شیمیایی است، ولی در طی مراحل رشد زایشی به علت تداوم فرآیند معدنی شدن، جذب تا مدت طولانی تری ادامه پیدا می کند. مایر و همکاران (۲۰۰۵)، گزارش کردند که استفاده همزمان از کود دامی و شیمیایی ضمن اینکه باعث اصلاح خواص فیزیکی خاک می گردد، عناصر به موقع در اختیار ریشه قرار داده و باعث افزایش عملکرد در دانه ذرت می شود. تحقیقات حاضر با نتایج ساینی و همکاران (۲۰۰۴) مطابقت دارد. در تفسیر این موضوع اینگونه می توان بیان کرد که، کاربرد همزمان کودهای آلی و شیمیایی شرایط تغذیه ای و رشدی را برای انجام فرآیندهای حیاتی مانند (جذب عناصر، انتقال و اختصاص، فتوسنتز و ...) مساعدتر کرده و از این طریق افزایش فرآیندهای مذکور سبب افزایش زیست توده

شده که در مجموع میزان انتقال و اختصاص مواد به بخش زایشی بیشتر شده و عملکرد دانه افزایش می‌دهد.



شکل ۴-۶- اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و نیتروژن بر عملکرد دانه

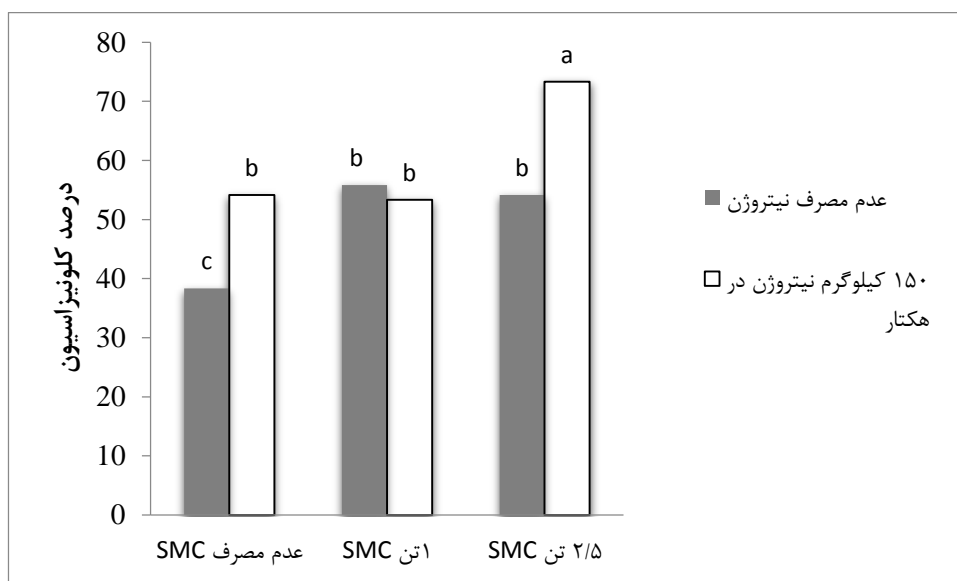
#### ۴-۱۱ درصد کلونیزاسیون میکوریزایی

همانطور که در جدول (پیوست ۳) مشاهده می‌شود اثرات اصلی باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن و همچنین اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و نیتروژن، اثر متقابل ورمی کمپوست و نیتروژن در سطح احتمال ۱٪ بر درصد کلونیزاسیون میکوریزایی معنی دار شد.

با توجه به نتایج آورده شده در جدول پیوست ۳، اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و نیتروژن بر درصد کلونیزاسیون میکوریزایی ریشه ی ذرت در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. مقایسه میانگین ها نشان داد، کاربرد ۲/۵ تن در هکتار باقی مانده کمپوست قارچ و مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار



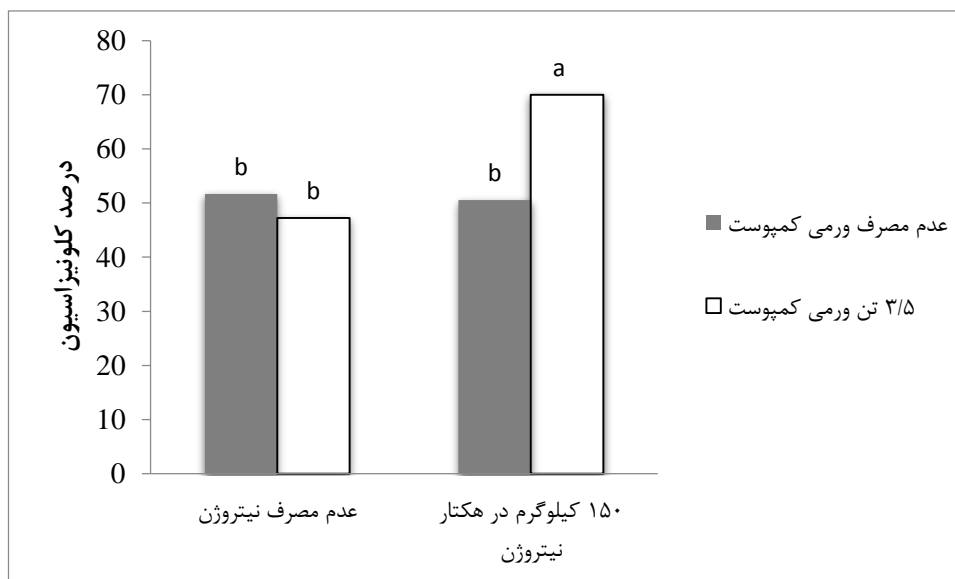
نیترژن بیشترین درصد کلونیزاسیون ریشه ذرت را با ۷۳/۳۳ درصد به خود اختصاص داد و در تیمار شاهد با ۳۸/۳۳ درصد کمترین درصد کلونیزاسیون میکوریزایی بدست آمد (شکل ۴-۷). همچنین طبق مقایسه میانگین ها سایر تیمار ها اختلاف معنی داری نداشته و همه در یک گروه آماری قرار گرفتند. به نظر می‌رسد اختلاف معنی داری بین مصرف و عدم مصرف نیترژن در زمان کاربرد ۲/۵ تن در هکتار باقی مانده کمپوست قارچ و عدم مصرف باقی مانده کمپوست قارچ وجود دارد در این رابطه نتایج برخی تحقیقات نشان داده که نیترژن جز عناصری است که درصد کلونیزاسیون میکوریزایی را بالا می‌برد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۶).



شکل ۴-۷- اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و نیترژن بر درصد کلونیزاسیون میکوریزایی

در نتایج این تحقیق اثر متقابل ورمی کمپوست و نیترژن بر همزیستی میکوریزایی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین ها بیشترین میزان کلونیزاسیون میکوریزایی (۷۰٪) مربوط به کاربرد توام ۳/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیترژن

بود. تیمار شاهد با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نداشته و در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۸). برون‌درت و ابوت (۲۰۰۲) گزارش کردند که حتی در غیاب تلقیح میکوریزایی نیز کلونیزاسیون ریشه توسط میکوریزای بومی اتفاق می‌افتد. به نظر می‌رسد تلفیق کودهای آلی و کود شیمیایی تاثیر بیشتری بر کلونیزاسیون میکوریزی داشته است. همانطور که گریندلر و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که در ذرت، کاربرد کودهای مخلوط متعادل، باعث افزایش آلودگی به میکوریزا آربوسکولار شد. محققان گزارش کردند، کاربرد متعادل کودهای شیمیایی سبب تحریک کلونیزاسیون میکوریزایی در ذرت می‌شود، در حالی که مصرف کود شیمیایی حاوی مقادیر غیر معمول بالا و یا ازت پایین سبب کاهش درصد کلونیزاسیون میکوریزایی می‌شود (غلامی و کوچکی، ۱۳۸۰). به نظر می‌رسد کاربرد متعادل کود شیمیایی در ترکیب با کودهای آلی سبب جذب بهتر آب و مواد غذایی و توسعه بیشتر ریشه‌ها شده و ایجاد گیاهان مقاوم می‌کند، در نتیجه رابطه همزیستی بیشتری با قارچ‌های میکوریزایی بومی موجود در خاک برقرار می‌کند.



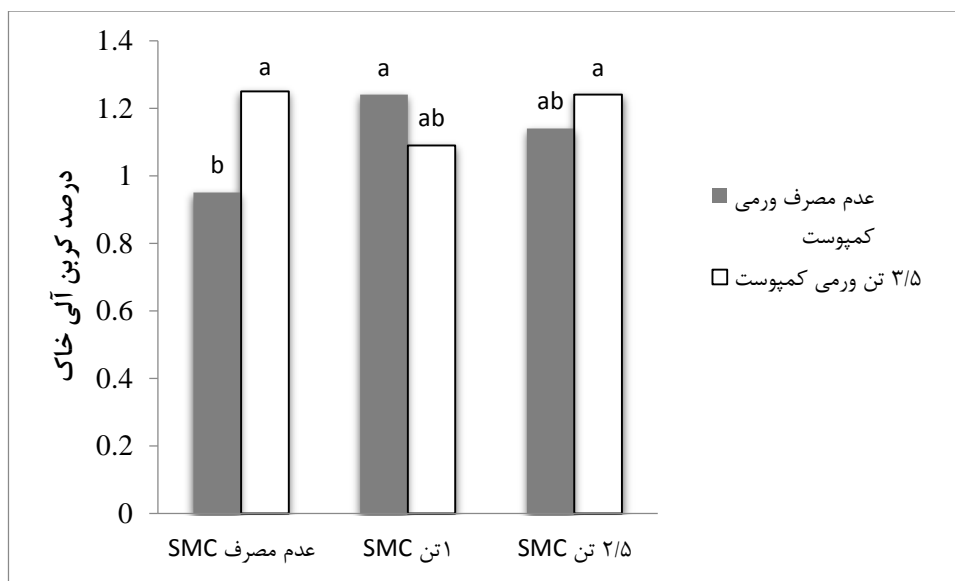
شکل ۴-۸- اثر متقابل نیتروژن و ورمی کمپوست بر درصد کلونیزاسیون میکوریزایی

## ۴-۱۲ کربن آلی خاک

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد تنها که اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و ورمی کمپوست بر درصد کربن آلی خاک در سطح احتمال ۵٪ تاثیر معنی داری داشته است سایر تیمار های مورد آزمایش تاثیر معنی داری بر این صفت ندارند. (جدول پیوست ۳).

با توجه به نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین ها نشان داد که درصد کربن آلی در زمان عدم مصرف باقی مانده کمپوست قارچ و مصرف ۳/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست ۱/۲۵٪ بود که از لحاظ آماری با تیمار کاربرد کاربرد ۱ تن در هکتار باقی مانده کمپوست قارچ و عدم مصرف ورمی کمپوست، و کاربرد ۲/۵ تن باقی مانده کمپوست قارچ به همراه ۳/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست اختلاف معنی داری نداشت و در یک گروه آماری قرار گرفتند (شکل ۴-۹). محققان مختلفی افزایش کربن آلی خاک در اثر مصرف کود های آلی گزارش کردند. دامودار ردی و همکاران (۲۰۰۰)، کانچی کریمس و سانگ (۲۰۰۱) افزایش درصد کربن آلی خاک را در اثر مصرف کود های آلی نسبت به تیمار کود شیمیایی گزارش کردند. گلیک و همکاران (۲۰۰۴) نیز طی مطالعه خود در زمینه کاربرد تیمار های کمپوست و ورمی کمپوست، افزایش غلظت مواد آلی خاک را گزارش کردند. همچنین یافته های سامر و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد کاربرد کمپوست ها باعث افزایش ماده آلی خاک می گردد. در تحقیقی که توسط گیو و همکاران (۲۰۰۱) انجام شد، گزارش کردند که در خاک هایی که باقی مانده کمپوست قارچ تجزیه شده دریافت کردند کربن آلی به طور قابل توجهی افزایش یافت. کاربرد مداوم کود های شیمیایی سبب از بین رفتن هوموس خاک می شود لذا لازم است موادی به خاک اضافه شود تا این کمبود جبران کند. ورمی کمپوست با دارا بودن مقادیر بالایی از مواد مفید، مانند ترکیبات هوموسی، آنزیم و میکروارگانیسم ها سبب فعال شدن واکنش های بیوشیمیایی خاک، بیشتر شدن ماده آلی و در نهایت افزایش باروری خاک می شود. علاوه بر این باقی مانده کمپوست قارچ نیز از طریق افزایش

تهویه و بهبود زهکشی و همچنین ایجاد وضعیت تغذیه ای مناسب برای گیاه و ریزموجودات خاک باعث افزایش فعالیت های زیستی خاک شده و در نتیجه افزایش کربن آلی خاک را موجب می شود.



شکل ۴-۹- اثر متقابل باقی مانده کمپوست قارچ و ورمی کمپوست بر درصد کربن آلی

#### ۴-۱۳ نیتروژن کل خاک

تجزیه واریانس داده های حاصل از صفت نیتروژن کل خاک نشان داد که اثر اصلی باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن و همچنین اثر متقابل ورمی کمپوست و نیتروژن و در نهایت اثر سه گانه تیمار های مورد بررسی، بر میزان نیتروژن کل خاک در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول پیوست ۳).

مطابق نتایج جدول (۴-۶) اعمال کلیه تیمار های کودی موجب افزایش نیتروژن کل خاک در مقایسه با تیمار شاهد شد. مطابق مقایسه میانگین ها به نظر می رسد کاربرد ۲/۵ تن در هکتار باقی مانده کمپوست قارچ، ۳/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (۰/۱۱۲) تاثیر

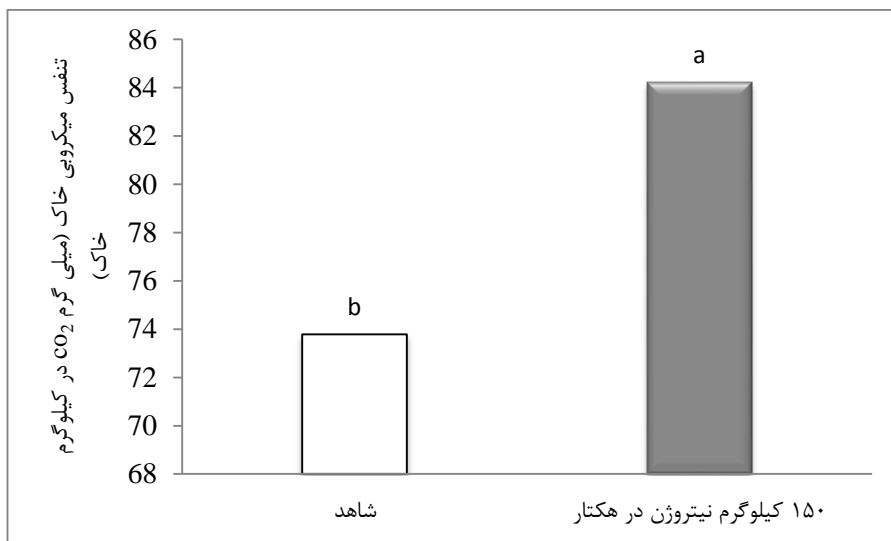
قابل توجهی بر نیتروژن کل خاک داشته و میزان نیتروژن خاک نسبت به تیمار شاهد بطور معنی داری افزایش داد. محمدی و سهرابی (۱۳۹۳) گزارش کردند که، کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی باعث افزایش میزان عناصر غذایی خاک خصوصا عنصر نیتروژن می شود. آزاد سازی تدریجی عناصر غذایی در کود های آلی در افزایش غلظت نیتروژن خاک در تیمار تلفیقی موثر است که با نتایج شریفی (۱۳۷۷) و کولاتا و همکاران (۱۹۹۲) مطابقت دارد. به نظر می رسد کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی با بهبود وضعیت تغذیه ای خاک، تاثیر مثبتی بر تثبیت و آزاد سازی تدریجی و جلوگیری از آبشویی نیتروژن حاصل از کود شیمیایی داشته، و در نتیجه نقش مهمی در افزایش نیتروژن خاک دارد. در این میان مصرف همزمان ورمی کمپوست و باقی مانده کمپوست قارچ به دلیل دارا بودن مقادیر بالای نیتروژن سبب آزاد شدن این عنصر در خاک و افزایش میزان نیتروژن در کل خاک می گردد.

جدول ۴-۶- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن بر درصد نیتروژن خاک

SMC	ورمی کمپوست	نیتروژن	واحد	درصد
عدم مصرف	عدم مصرف	عدم مصرف	c	۰/۰۴۴
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	ab	۰/۱۰۰
	مصرف ۳/۵ تن در هکتار	عدم مصرف	ab	۰/۰۹۸
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	abc	۰/۰۶۵
مصرف ۱ تن در هکتار	عدم مصرف	عدم مصرف	abc	۰/۰۶۰
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	bc	۰/۰۵۸
	مصرف ۳/۵ تن در هکتار	عدم مصرف	abc	۰/۰۸۸
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	ab	۰/۰۹۸
مصرف ۲/۵ تن در هکتار	عدم مصرف	عدم مصرف	abc	۰/۰۸۱
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	abc	۰/۰۹۵
	مصرف ۳/۵ تن در هکتار	عدم مصرف	ab	۰/۱۰۷
		مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار	a	۰/۱۱۲

## ۴-۱۴ تنفس میکروبی

بر اساس جدول پیوست ۳، تنها اثر ساده نیتروژن بر تنفس میکروبی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار شد. سایر تیمارهای مورد بررسی تاثیر معنی داری از نظر آماری بر تنفس میکروبی خاک نداشت. با توجه به نتایج مشاهده شد (شکل ۴-۱۰) در تیمارهای با مصرف کود شیمیایی میزان تنفس میکروبی بیشتر می‌باشد در همین رابطه تژادا و گونزالز (۲۰۰۶) بیان نمودند که، وقتی کودهای آلی به صورت جداگانه به خاک اضافه می‌شود، به علت C/N بالا آلی شدن اتفاق می‌افتد اما با کاربرد کود شیمیایی، و فراهمی عناصر به ویژه نیتروژن، معدنی شدن خالص صورت می‌گیرد. این افزایش در معدنی شدن، زمان لازم برای ماده آلی موجود در کود آلی برای تجزیه و فراهم شدن عناصر تغذیه ای را کاهش می‌دهد. بنابراین با افزایش فراهمی مواد آلی، عناصر تغذیه ای، افزایش سریع تر رشد گیاهان و ریشه آن‌ها، میزان فعالیت و جمعیت میکروارگانیسم‌ها افزایش یافته و به تبع آن میزان تنفس افزایش می‌یابد. اندرسون و دومش (۱۹۹۳)، بیان کردند که اعمال روش‌های مدیریتی نامطلوب که سبب کاهش زیست توده میکروبی خاک می‌شود، کارایی میکروارگانیسم‌ها را در استفاده از کربن آلی کاهش داده و سبب افزایش میزان تنفس در واحد زیست توده میکروبی خاک می‌شود. نتایج این پژوهش با نتایج منشادی و همکاران (۱۳۹۱) در تناقض است.



شکل ۴-۱۰- تاثیر کود شیمیایی نیتروژن بر درصد تنفس میکروبی خاک

#### ۴-۱۵ اسیدیته خاک

با توجه به جدول پیوست ۳، کاربرد جداگانه و تلفیقی تیمارها تاثیر معنی داری بر اسیدیته خاک نداشت. در تفسیر این موضوع می‌توان این گونه بیان نمود که اگرچه اضافه کردن کودهای آلی و شیمیایی با اسیدیته متفاوت ممکن است در ابتدا pH خاک را تغییر دهد ولی پس از مدتی به جهت خاصیت بافری که در خاک وجود دارد با تغییرات سریع اسیدیته مقابله کرده و اسیدیته خاک به حالت متعادل نگه می‌دارد. علاوه بر این تحقیقات (کوپر، ۲۰۰۲) نشان داد که وجود مواد آلی در خاک قادر است که تغییرات زیاد در اسیدیته خاک تعدیل کند. مواد آلی با گرفتن و یا رها کردن یون  $H^+$  اسیدیته خاک را تعدیل می‌کند. در نتیجه مصرف مواد آلی قادر خواهند بود که اسیدیته را در حالت خنثی یا مناسب برای رشد محصول خاص نگه دارد و از تغییرات آن جلوگیری کند.

## ۴-۱۶ بررسی روند آنالیز های رشد

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

## ۴-۱۶-۱ شاخص سطح برگ (LAI)

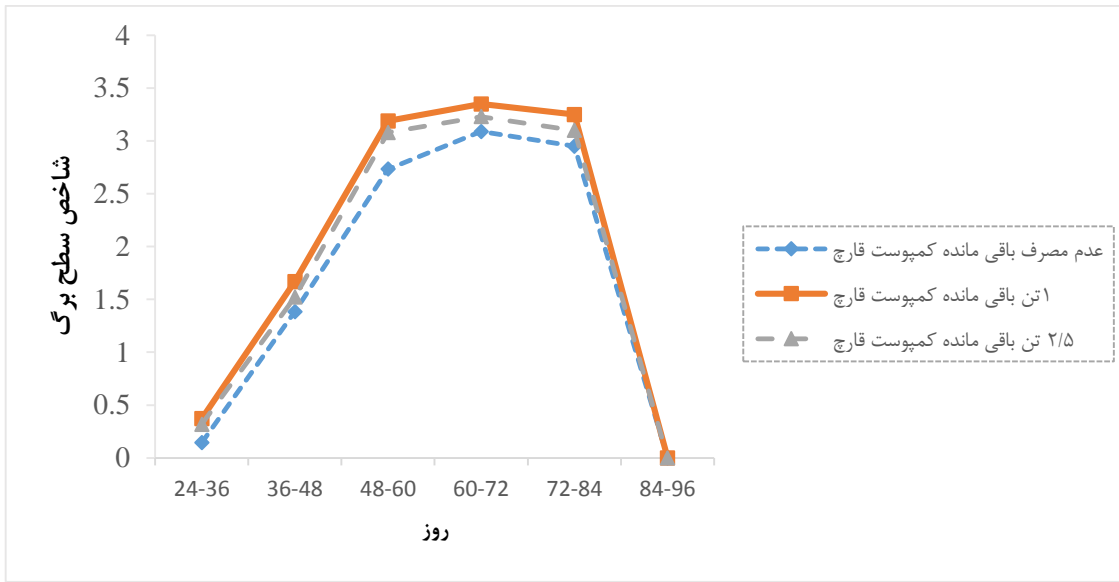
مساحت برگ از پارامترهای مهم است که برای مطالعه رشد، همانند سازی و بسیاری از فرآیندهای زراعی و اکولوژی از جمله فتوسنتز، تعرق و بیلان انرژی محیطی مورد استفاده قرار می گیرد (پاپنه و همکاران، ۱۹۹۱). شاخص سطح برگ بیان کننده ی نسبت سطح برگ به سطح زمینی است که آن برگ ها اشغال می نمایند (جواهری و همکاران، ۱۳۸۳). تئورر (۱۹۷۹) نشان داد که منحنی تغییرات سطح برگ یک منحنی لگاریتمی رشد است که در اواسط فصل رشد به حداکثر رسیده و سپس با مرگ برگ های پیرتر کاهش می یابد. با توجه به شکل های (۴-۱۱، ۴-۱۲ و ۴-۱۳) مشاهده می شود که تغییرات شاخص سطح برگ در تمام تیمارها از روند مشابهی برخوردار است به طوری که با رشد گیاه افزایش یافته و پس از رسیدن به حداکثر مقدار خود یا از بین رفتن برگ ها پیرتر کاهش می یابد. در این پژوهش تاثیر سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ بر شاخص سطح برگ مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۴-۱۱). نتایج این بررسی نشان داد که در ۶۸ روز پس از کاشت بوته های گیاه ذرت حداکثر میزان LAI در طول دوره رشد رسیدند. در این زمان بیشترین شاخص سطح برگ



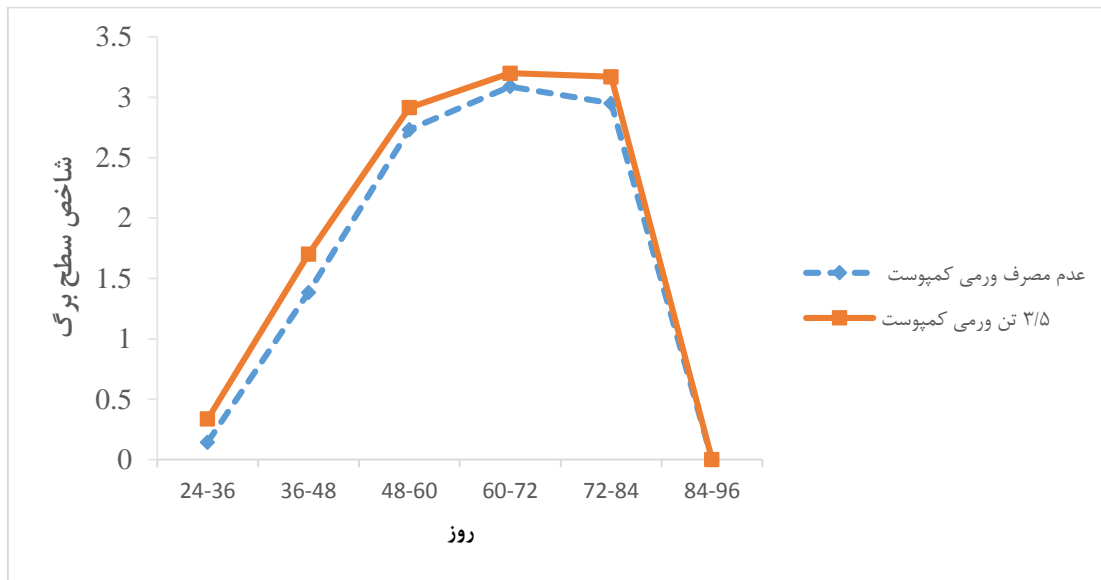
مربوط به تیمار استفاده از ۱ تن باقی مانده کمپوست قارچ و کمترین میزان آن از تیمار شاهد بدست آمد.

روند تغییرات شاخص سطح برگ در پاسخ کاربرد ورمی کمپوست نشان داد که کاربرد این کود آلی موجب افزایش میزان LAI نسبت به شاهد شد. حداکثر میزان LAI در ۶۸ روز پی از کاشت حاصل شد (۴-۱۲). غنی بودن کودهای آلی از عناصر غذایی و آزادسازی آهسته و مداوم آن‌ها باعث بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده و با فراهم آوردن شرایط جهت ایجاد سیستم ریشه ای گسترده و کارآمد در خاک، در نهایت موجب افزایش رشد رویشی گیاه خواهد شد (خلید و همکاران، ۲۰۰۶).

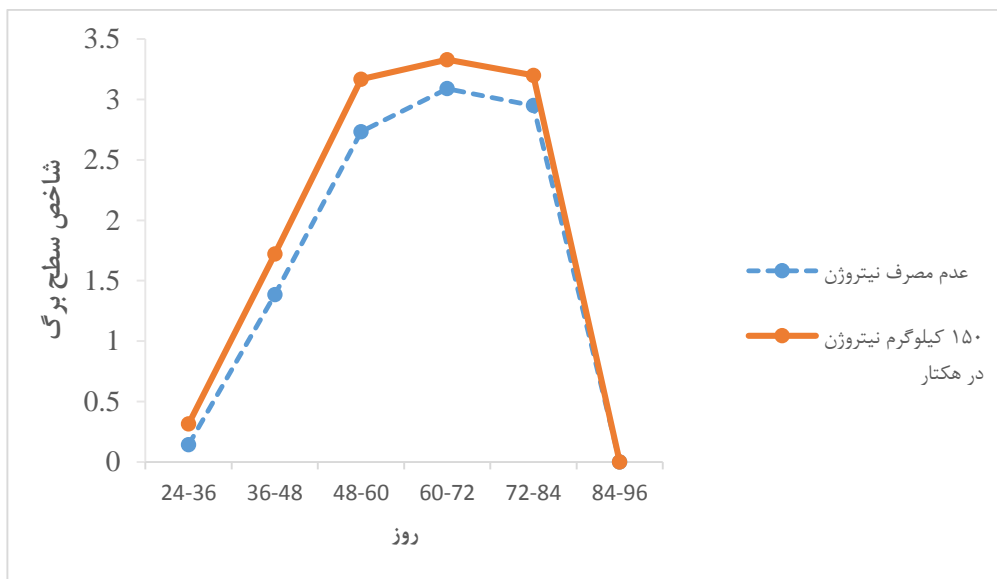
تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر کود نیتروژن در شکل ۴-۱۳ نشان داده است، کود نیتروژن تاثیر قابل توجهی بر روند شاخص سطح برگ نسبت به شاهد گذاشت. حداکثر میزان شاخص سطح برگ در ۶۸ روز پس از کاشت بدست آمد. در انتهای فصل رشد شاخص سطح برگ کاهش یافت. ایوب و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که عنصر نیتروژن سبب افزایش رشد رویشی و در نتیجه تعداد برگ بیشتر و شاخص سطح برگ بالاتری بدست آمد.



شکل ۴-۱۱- تاثیر سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ بر شاخص سطح برگ



شکل ۴-۱۲- تاثیر ورمی کمپوست بر شاخص سطح برگ



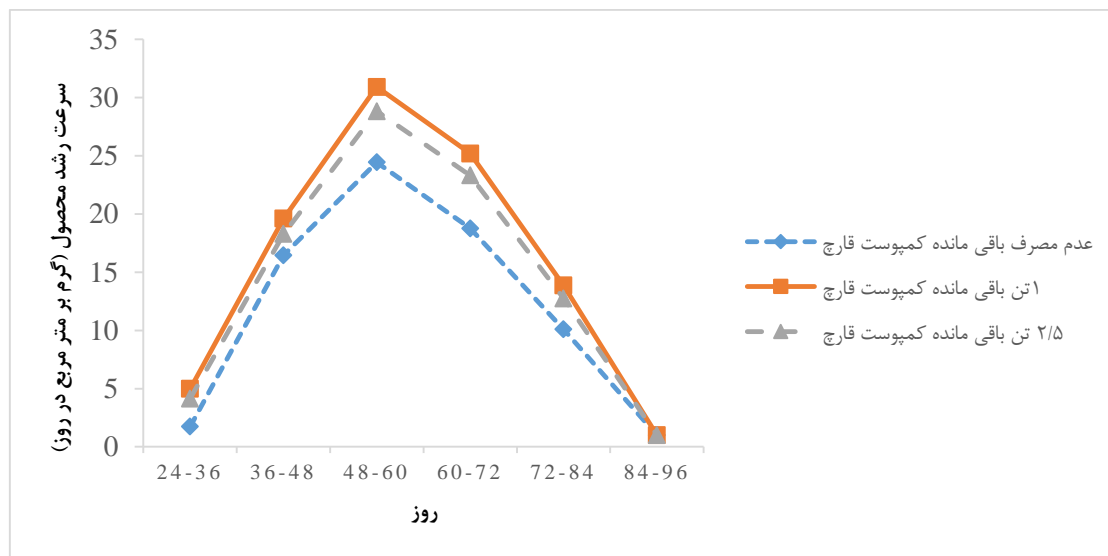
شکل ۴-۱۳- تاثیر نیتروژن بر شاخص سطح برگ

#### ۴-۱۶-۲ سرعت رشد محصول (CGR)

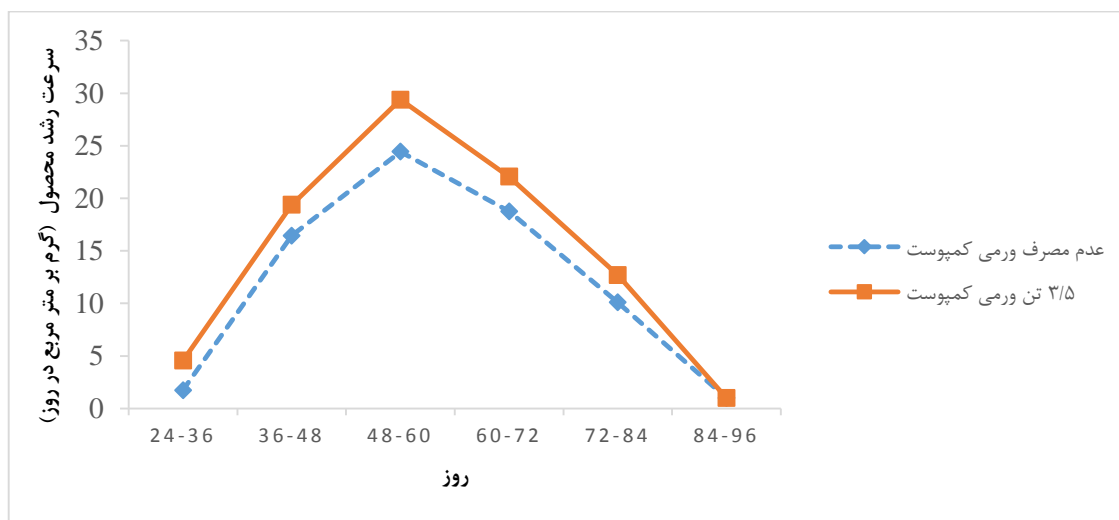
پارامتر سرعت رشد یکی از شاخص های است که با عملکرد گیاهان زراعی همبستگی بالایی نشان می دهد، و عبارت است از افزایش وزن ماده خشک یک جامعه گیاهی در واحد سطح و در واحد زمان و معمولاً بر حسب گرم بر متر مربع بیان می شود (جواهری و همکاران، ۱۳۸۳). سرعت رشد محصول در مراحل اولیه رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و جذب درصد کمی از نور خورشید پایین و با نمو گیاه و توسعه سطح برگ و نفوذ کمتر نور از لابلای جامعه گیاهی به سطح خاک سریعاً افزایش می یابد. ایجاد سطح برگ بالاتر موجب جذب درصد بیشتری از تشعشع وارد شده به کانوپی گیاه شده و موجبات افزایش سرعت رشد محصول را فراهم می کند (درینی و همکاران، ۱۳۸۷). بعد از این سیر صعودی و پس از اینکه سرعت رشد محصول به حداکثر خود می رسد، سیر کاهشی به خود می گیرد. این کاهش ابتدا با آهنگی ملایم و متعاقب آن با سرعت بیشتری ادامه می یابد (جواهری و همکاران، ۱۳۸۳).

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با کاربرد سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ، سرعت رشد محصول نیز افزایش می‌یابد که این امر به علت افزایش سطح برگ و جذب بیشتر نور توسط کانوپی باشد. همان گونه که در شکل (۴-۱۴) مشاهده می‌شود، تیمار کاربرد ۱ تن باقی مانده کمپوست قارچ بیشترین سرعت رشد گیاه داراست. تیمار شاهد کمترین سرعت رشد گیاه را به خود اختصاص داده است.

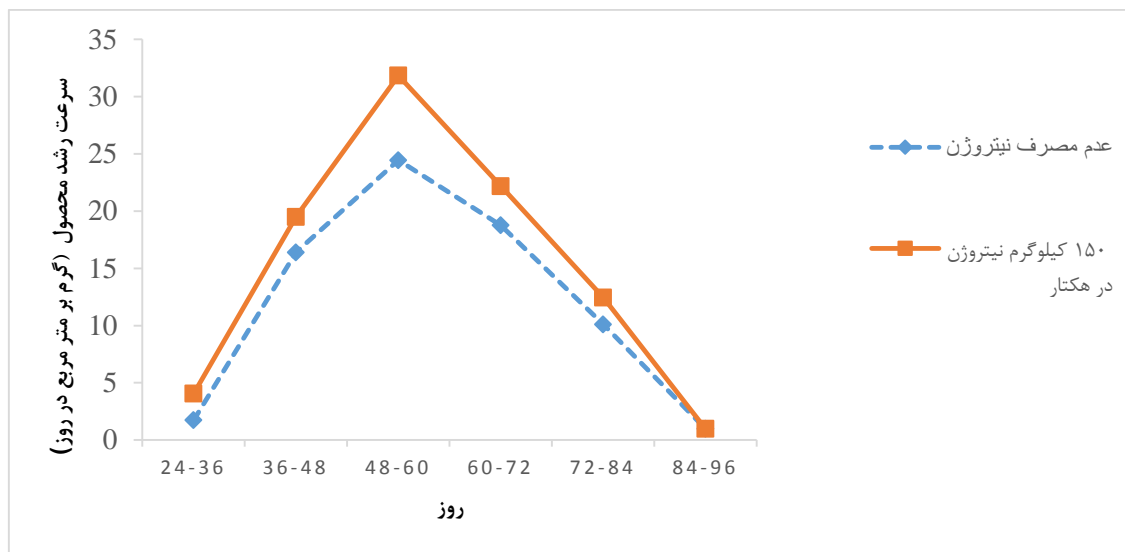
تاثیر ورمی کمپوست بر سرعت رشد محصول در شکل ۴-۱۵ مشاهده می‌شود. با توجه به شکل با کاربرد ورمی کمپوست میزان سرعت رشد محصول به طور قابل توجهی افزایش پیدا کرده است. در یک بررسی که توسط آرانکون و همکاران (۲۰۰۴) انجام شد، مشخص گردید که گیاهان که تحت تیمار ورمی کمپوست بوده اند نسبت به گیاهان شاهد از سرعت رشد بالاتری برخوردارند. سرعت رشد محصول تحت تاثیر تیمار نیتروژن در شکل ۴-۱۶ نشان داده شده است. با توجه به شکل با کاربرد تیمار کود نیتروژن سرعت رشد محصول افزایش پیدا کرده و CGR در ۵۶ روز پس از کاشت به حداکثر میزان خود رسید. حسنو زمان و همکاران (۲۰۱۰) با کاربرد نیتروژن افزایش معنی دار سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی برنج گزارش کردند.



شکل ۴-۱۴- تاثیر سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ بر سرعت رشد محصول



شکل ۴-۱۵- تاثیر ورمی کمپوست بر سرعت رشد محصول



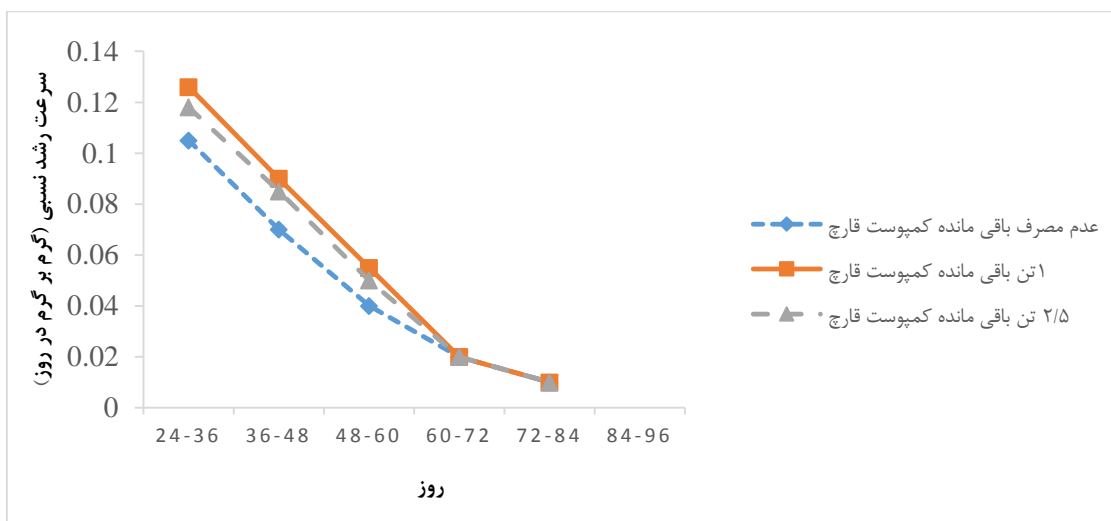
شکل ۴-۱۶- تاثیر نیتروژن بر سرعت رشد محصول

#### ۴-۱۶-۳ سرعت رشد نسبی (RGR)

سرعت رشد نسبی افزایش ماده خشک نسبت به بیوماس کل گیاه در واحد زمان است (کامپوس و همکاران، ۲۰۰۸) و نشان دهنده توانایی گیاهان در جذب و کارایی مصرف منابع است میانگین سرعت رشد نسبی با توجه به اندازه گیری های انجام شده در دو زمان متوالی نمونه برداری محاسبه می شود، و در طول فصل زراعی معمولاً سیر نزولی دارد (کریمی، ۱۹۹۰). میزان سرعت رشد نسبی گیاه یا RGR پس از جوانه زنی به کندی افزایش یافته و در یک دوره کوتاه زمانی به سرعت افزایش یافته و پس از آن سیر نزولی نشان می دهد. سرعت رشد نسبی با افزایش رشد و سن گیاه به دلیل افزایش بافت های ننگه دارنده ساختمانی و سایه اندازی کاهش می یابد. با افزایش سن گیاه قسمت عمده ای از ساختمان بافت های فعال گیاهی تحلیل رفته و همچنین برگ های تحتانی در سایه قرار گرفته و یا به علت پیری قدرت فتوسنتز خود را از دست می دهند و در نتیجه میزان سرعت رشد نسبی در طول فصل کاهش می یابد (درینی و همکاران، ۱۳۸۷).

نتایج نشان می‌دهد با کاربرد تیمارهای آزمایش سرعت رشد نسبی در طی مراحل رشد گیاه افزایش نشان داده است. علت این امر را می‌توان به ایجاد شاخص سطح برگ بیشتر در سطوح کودی مغذی نسبت به تیمار شاهد دانست.

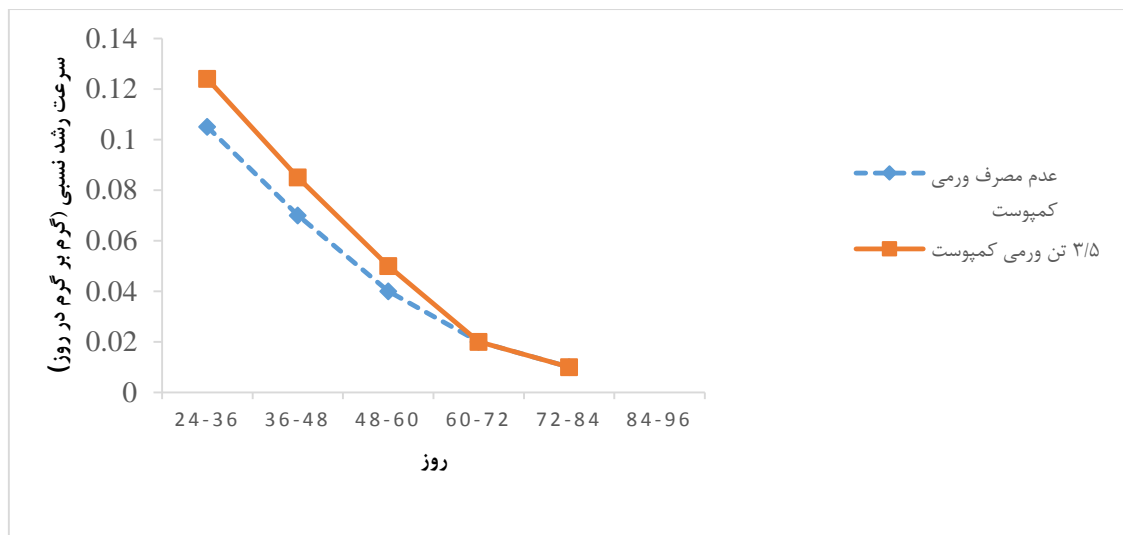
میزان سرعت رشد نسبی در اولین نمونه برداری (۳۰ روز پس از کاشت)، در بالاترین حد خود قرار داشت، با گذشت زمان و رشد بیشتر گیاه مقدار سرعت رشد نسبی کاهش پیدا کرد. با توجه به شکل ۱۷-۴ مشاهده می‌شود که کاربرد ۱ تن باقی مانده کمپوست قارچ تاثیر بیشتری بر سرعت رشد نسبی داشته است.



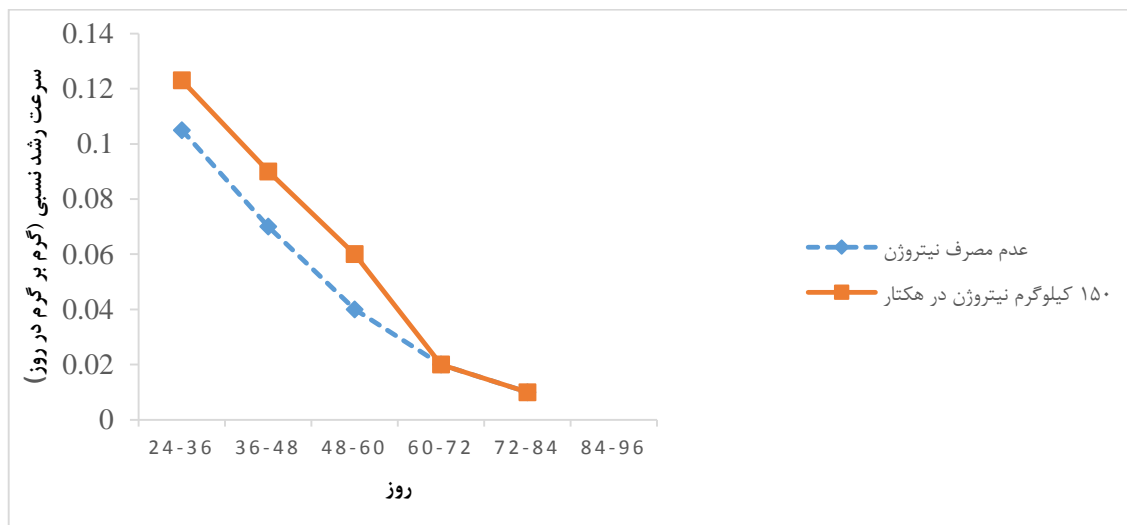
شکل ۱۷-۴- تاثیر سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ بر سرعت رشد نسبی

همان گونه که در شکل ۱۸-۴ مشاهده می‌شود کاربرد ورمی کمپوست RGR نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داده است. سرعت رشد نسبی در پاسخ به کاربرد کود شیمیایی در شکل ۱۹-۴ نشان داده شده است.

به نظر می‌رسد سرعت رشد نسبی با کاربرد کلیه تیمارها در مراحل انتهایی با تیمار شاهد اختلافی ندارد.



شکل ۴-۱۸- تاثیر ورمی کمپوست بر سرعت رشد نسبی



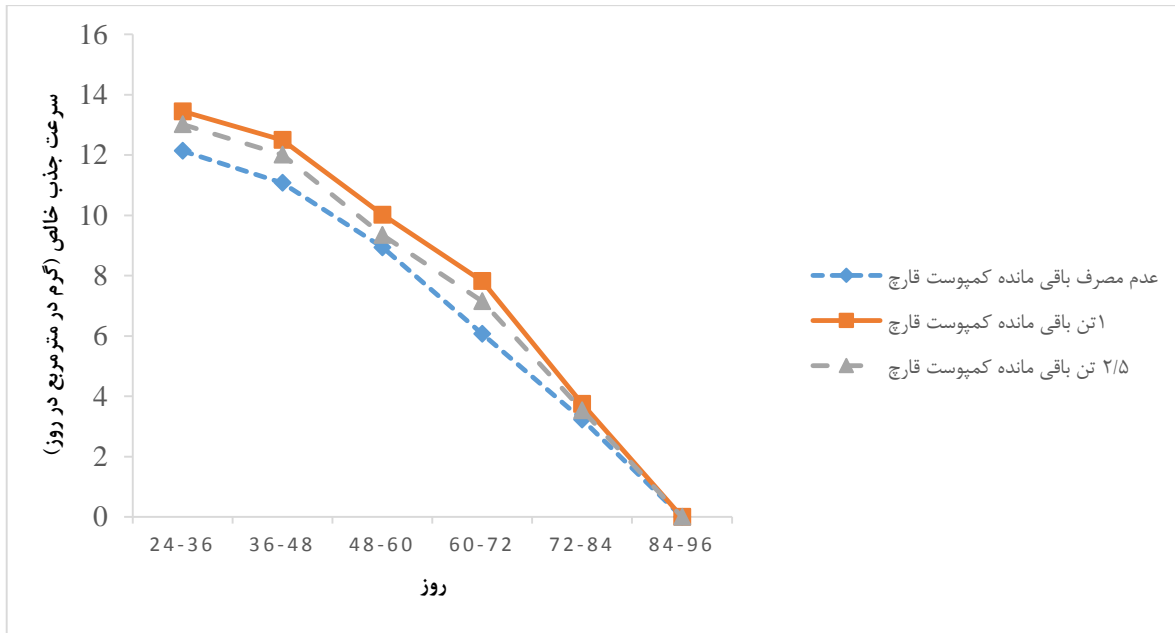
شکل ۴-۱۹- تاثیر نیتروژن بر سرعت رشد نسبی



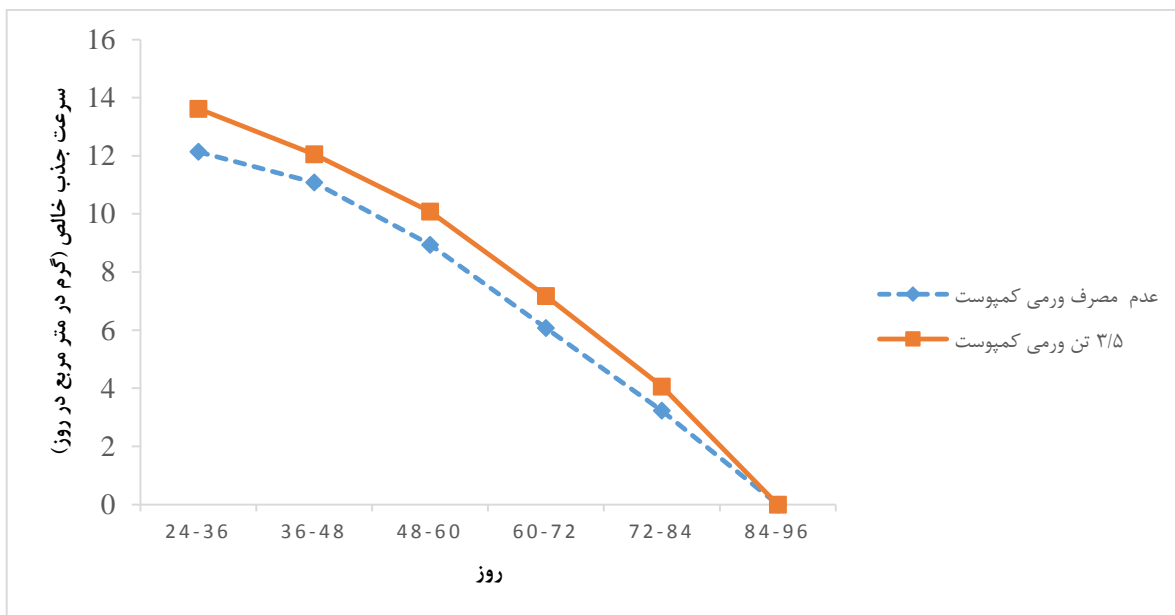
## ۴-۱۶-۴ سرعت جذب خالص

از آنجایی که برگ عمده ترین اندام فتوسنتز کننده گیاهی می باشد لذا گاهی اوقات بیان رشد بر اساس سطح برگ، مطلوب تر می باشد. سرعت تجمع ماده خشک در واحد سطح برگ در زمان معین را سرعت جذب خالص می نامند. سرعت جذب خالص معیاری از مدل کارایی فتوسنتزی برگها در یک جامعه گیاهی می باشد. زمانی که گیاهان کوچک باشند و اغلب برگها در معرض نور مستقیم خورشید قرار می گیرند سرعت جذب خالص در بالاترین سطح خود قرار می گیرد. همزمان با رشد گیاه و افزایش شاخص سطح برگ، برگهای بیشتری در سایه قرار می گیرند و این امر باعث کاهش سرعت جذب خالص در طول فصل رشد می گردد (جوهری و همکاران، ۱۳۸۳).

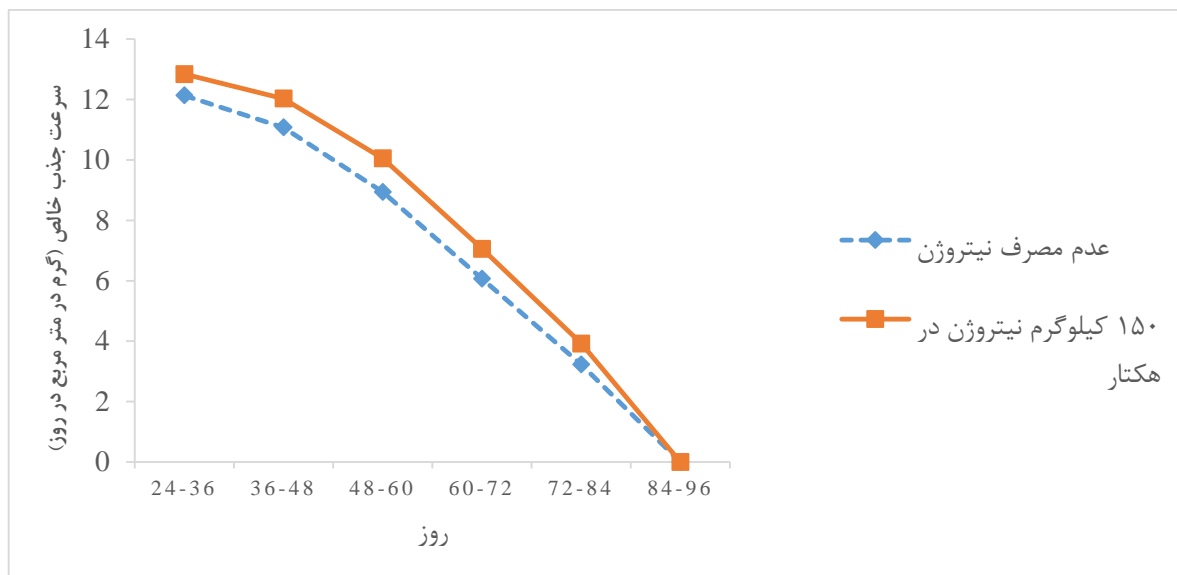
در این پژوهش مشاهده گردید که سرعت جذب خالص در اوایل فصل رشد بیشترین مقدار را دارد اما با افزایش شاخص سطح برگ کاهش می یابد. شکل ۴-۲۰ تاثیر سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ بر تغییرات سرعت جذب خالص در طی فصل رشد نشان می دهد. با توجه به منحنی مشاهده می شود کاربرد هر دو سطح میزان سرعت جذب خالص نسبت به شاهد افزایش داده است اما تاثیر تیمار ۱ تن باقی مانده کمپوست قارچ بر سرعت جذب خالص بیشتر بوده است. تاثیر ورمی کمپوست بر سرعت جذب خالص در شکل ۴-۲۱ نشان داده شده است. با توجه به منحنی مصرف ورمی کمپوست میزان جذب خالص افزایش داده است. محققان گزارش کردند که با اضافه کردن کمپوست به خاک موجب افزایش سرعت جذب خالص در گیاه ذرت گردید (لوئکه و همکاران، ۲۰۰۴). سرعت جذب خالص در پاسخ به کاربرد نیتروژن در شکل ۴-۲۲ مشاهده می شود. در این آزمایش در تمام مراحل رشد میزان آسیمیلاسیون خالص در گیاهانی که نیتروژن مصرف کرده بودند در مقایسه با شاهد بیشتر بود (شکل ۴-۲۲).



شکل ۴-۲۰- تاثیر سطوح مختلف باقی مانده کمپوست قارچ بر سرعت جذب خالص



شکل ۴-۲۱- تاثیر ورمی کمپوست بر سرعت جذب خالص



شکل ۴-۲۲- تاثیر نیتروژن بر سرعت جذب خالص

## نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان چنین نتیجه گرفت که استفاده از کودهای آلی شامل (باقی مانده کمپوست قارچ و ورمی کمپوست) می‌تواند اثرات مثبتی را بر عملکرد داشته باشد، علاوه بر این کودهای آلی سبب بهبود خصوصیات خاک مانند درصد نیتروژن خاک، کربن آلی و درصد کلونیزاسیون میکوریزایی خاک شد. مصرف باقی مانده کمپوست قارچ نسبت به ورمی کمپوست تاثیر بیشتری بر عملکرد دانه نشان داد. همچنین مصرف ورمی کمپوست توانست افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد نشان دهد. کاربرد تلفیقی کودهای آلی (باقی مانده کمپوست قارچ و ورمی کمپوست) و شیمیایی تاثیر بسزایی بر بهبود خصوصیات رویشی گیاه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و برخی صفات زراعی مرتبط با عملکرد دانه و همچنین خصوصیات شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشت. بیشترین میزان عملکرد دانه (۱۲۰۷۰ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد تلفیقی ۲/۵ تن باقی مانده کمپوست قارچ و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و بیشترین میزان نیتروژن کل خاک (۰/۱۱۲) با کاربرد تلفیقی ۲/۵ تن باقی مانده کمپوست، ۳/۵ تن ورمی کمپوست و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد. حصول حداکثر میزان در بسیاری از صفات دیگر در اثر کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی نشان از آن دارد که با مصرف تلفیقی این کودها ضمن تامین عناصر غذایی گیاه، محرک ها و هورمون های تنظیم کننده رشد کمپوست در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و امکان بهبود خصوصیات خاک را نیز به همراه دارد. وجود درصد بالای مواد آلی در این کودها سبب می‌شود تا قابلیت دسترسی عناصر غذایی کود شیمیایی خصوصا نیتروژن که مشکلات عدیده ای از نظر آبشویی را دارد، بهبود بخشد. بنابراین کاربرد همزمان این کودها ضمن رسیدن به عملکرد مطلوب و بهبود خصوصیات گیاه راندمان مصرف کود شیمیایی افزایش داده و به دلیل کاهش آلودگی های زیست محیطی می‌تواند نقش بسزایی در جهت نیل به اهداف کشاورزی پایدار ایفا کند.

## پیشنهاد ها

۱. از آن جایی که طرح در زمین تحقیقاتی اجرا شده و در این زمین ها هر ساله مقدار زیادی کود اضافه می‌شود، و ممکن است روی نتایج آزمایش اثر سوء بگذارد، لذا توصیه می‌شود آزمایش در زمینی که یکسال تحت آیش بوده اجرا شود تا نتایج دقیق تری حاصل شود.
۲. با توجه با اینکه اثرات کودهای آلی در درازمدت بیشتر محقق می‌شود، لذا توصیه می‌شود تاثیر کودهای آلی بر خصوصیات خاک و گیاه در بلند مدت بررسی شود.
۳. در اکثر مناطق باقی مانده کمپوست قارچ پس از خروج از سالن های پرورش قارچ در فضاهای باز نگهداری می‌شود، که در معرض باران و شستشو مداوم قرار می‌گیرد، که در این صورت مقدار زیادی از مواد مغذی را ممکن از دست بدهد لذا توصیه می‌شود که باقی مانده های کمپوست قارچ حتی المقدور از مکان هایی تهیه شود که مدت زمان کمتری در معرض باران و شستشو قرار گرفته اند.
۴. با توجه به اینکه اضافه کردن کمپوست ها و کود شیمیایی سبب افزایش میزان هدایت الکتریکی خاک می‌شود، لذا توصیه می‌شود حتی المقدور از کمپوست های که میزان هدایت الکتریکی کمتری دارند انتخاب شود.
۵. تحقیق حاضر با گیاهان دیگری که نیاز نیتروژنی متفاوت دارند آزمایش شود.



# فصل پنجم

## پیوست

جدول پیوست ۱ - میانگین مربعات صفات مورد مطالعه در گیاه ذرت تیمار شده با باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد بلال در بوته	طول بلال	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف بلال
بلوک	۲	۰/۰۰۳	۰/۰۸۳	۰/۲۹۹	۰/۷۵۰	۴/۶۹۴
باقی مانده کمپوست قارچ (A)	۲	۰/۰۷۳**	۰/۲۵۰**	۷/۱۹۴**	۴/۰۸۳**	۹۲/۴۴۴**
ورمی کمپوست (B)	۱	۰/۰۷۱**	۰/۲۸ <sup>ns</sup>	۳۸/۰۲۸**	۱۰/۰۲۸**	۲۶۶/۷۷۸**
نیتروژن (C)	۱	۰/۰۱۱۱**	۰/۲۵۰**	۱۸/۷۷۸**	۰/۰۲۸ <sup>ns</sup>	۴۰/۱۱۱ <sup>ns</sup>
(AB)	۲	۰/۰۲۱**	۰/۰۲۸ <sup>ns</sup>	۰/۴۴۴ <sup>ns</sup>	۳/۵۲۸**	۴/۷۷۸ <sup>ns</sup>
(AC)	۲	۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۲۵۰**	۹/۰۲۸**	۱/۳۶۱ <sup>ns</sup>	۷/۴۴ <sup>ns</sup>
(BC)	۱	۰/۰۱۱*	۰/۰۲۸ <sup>ns</sup>	۱/۳۶۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۸ <sup>ns</sup>	۳۲/۱۱۱ <sup>ns</sup>
(ABC)	۲	۰/۰۶۷**	۰/۰۲۸ <sup>ns</sup>	۲/۱۱۱ <sup>ns</sup>	۰/۶۹۴ <sup>ns</sup>	۱/۷۷۸ <sup>ns</sup>
خطا	۲۲	۰/۰۰۲	۰/۰۵۳	۰/۷۶۱	۰/۵۳۸	۱۰/۲۴۰
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۰۳	۱۱/۰۵	۴/۹۵	۴/۵۶	۹/۸۱

.n.S \* و \*\* به ترتیب معنی دار نبودن و معنی داری در سطح ۵٪ و معنی داری در سطح ۱٪



جدول پیوست ۲- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه در گیاه ذرت تیمار شده با باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن صد دانه	درصد نیتروژن دانه	درصد پروتئین دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
بلوک	۲	۰/۶۰۵	۰/۲۳۱	۹/۴۵۳	۵۸۱۶۷۲۰۰/۳۲۹	۳۲۳۹۲۹۶/۹۹۵
باقی مانده کمپوست قارچ (A)	۲	۱۰/۰۲۷**	۰/۵۶۸**	۲۳/۲۵۷**	۱۵۰۶۵۹۱۳۲/۵۱۹**	۲۶۰۸۰۸۹۴/۲۴۳**
ورمی کمپوست (B)	۱	۲/۱۲۲*	۱/۹۴۱**	۷۹/۵۰۷**	۱۰۱۳۰۵۹۰۵/۷۸۳*	۸۷۷۸۷۷۵/۱۰۸ <sup>ns</sup>
نیتروژن (C)	۱	۸/۵۰۷**	۰/۵۴۸**	۲۲/۴۳۶**	۱۷۶۳۰۹۷/۰۷۳ <sup>ns</sup>	۱۷۰۳۴۸۸۲/۷۹۶*
(AB)	۲	۰/۶۳۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۰۸ <sup>ns</sup>	۴/۴۴۱ <sup>ns</sup>	۹۱۹۸۷۷۳۸/۵۰۲*	۲۴۸۲۰۸۲/۸۱۹ <sup>ns</sup>
(AC)	۲	۰/۵۷۸ <sup>ns</sup>	۰/۳۸۵**	۱۵/۷۸۶**	۵۰۷۴۲۸۸۷/۵۳۴ <sup>ns</sup>	۷۹۰۸۵۷۶/۷۲۸*
(BC)	۱	۰/۰۹۴ <sup>ns</sup>	۰/۱۹۷ <sup>ns</sup>	۸/۰۴۷ <sup>ns</sup>	۵۱۳۴۴۴/۳۲۲ <sup>ns</sup>	۹۶۹۶۳۴/۳۹۵ <sup>ns</sup>
(ABC)	۲	۲/۴۷**	۰/۷۱۴**	۲۹/۲۲۹**	۱۲۹۹۴۸۱۲۰/۶۹۶**	۳۸۷۲۰۶/۶۶۶ <sup>ns</sup>
خطا	۲۲	۰/۴۶۸	۰/۰۷۶	۳/۱۳۳	۲۰۲۳۵۷۳۷/۶۵۱	۲۴۱۱۶۹۹/۴۱۵
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۶۳	۲۶/۶۰	۲۶/۶۲	۱۹/۳۹	۱۵/۳۳

.n.s \* و \*\* به ترتیب معنی دار نبودن و معنی داری در سطح ۰.۵٪ و معنی داری در سطح ۰.۱٪

جدول پیوست ۳- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه در گیاه ذرت تیمار شده با باقی مانده کمپوست قارچ، ورمی کمپوست و نیتروژن

منابع تغییر	درجه آزادی	کلونیزاسیون میکوریزایی	درصد نیتروژن خاک	درصد کربن آلی خاک	تنفس خاک	اسیدیته خاک
بلوک	۲	۳۶۳/۱۹۴	۰/۰۰۱	۰/۰۶۷	۴۹۲/۷۲۹	۰/۰۱۱
باقی مانده کمپوست قارچ (A)	۲	۹۱۹/۴۴۴**	۰/۰۰۲**	۰/۰۲۵ <sup>ns</sup>	۱۶۳/۴۴۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۵۱ <sup>ns</sup>
ورمی کمپوست (B)	۱	۵۰۶/۲۵۰**	۰/۰۰۴**	۰/۰۶۴ <sup>ns</sup>	۴/۵۴۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۲ <sup>ns</sup>
نیتروژن (C)	۱	۱۰۵۶/۲۵۰**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۷ <sup>ns</sup>	۹۷۵/۶۲۵**	۰/۰۹۵ <sup>ns</sup>
(AB)	۲	۸/۳۳۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۱۴۷*	۲۰۸/۷۳۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۴۸ <sup>ns</sup>
(AC)	۲	۴۰۸/۳۳۳**	۰/۰۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۰ <sup>ns</sup>	۳۲۳/۷۷۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۳۲ <sup>ns</sup>
(BC)	۱	۱۲۸۴/۰۲۸**	۰/۰۰۲**	۰/۰۹۳ <sup>ns</sup>	۱۵۳/۷۱۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۰ <sup>ns</sup>
(ABC)	۲	۱۰۲/۷۷۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۸ <sup>ns</sup>	۱۲۵/۶۱۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۱ <sup>ns</sup>
خطا	۲۲	۵۳/۳۴۶	۰/۰۰۱	۰/۰۳۴	۱۴۶/۷۷۲	۰/۰۳۳ <sup>ns</sup>
ضریب تغییرات (درصد)		۱۳/۳۱	۱۷/۸۲	۱۵/۸۴	۱۵/۳۳	۱۰/۴۵

.n.s \* و \*\* به ترتیب معنی دار نبودن و معنی داری در سطح ۰.۵٪ و معنی داری در سطح ۰.۱٪

## منابع

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

احیایی، م. و بهبهانی زاده، ع. الف. ۱۳۷۰. شرح روش های تجزیه شیمیایی خاک. موسسه تحقیقات آب و خاک. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت کشاورزی.

افیونی، م. و رضایی نژاد، ی. ۱۳۷۸. اثرات مواد آلی بر خصوصیات شیمیایی خاک و عملکرد و جذب عناصر به وسیله ذرت. مجموعه مقالات ششمین گنگره علوم خاک ایران، ص ۱۴۶-۸۹۳.

انصوری سواری، ع. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر قارچ میکوریزا، تیوباسیلوس و سطوح مختلف گوگرد بر رشد و عملکرد ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شاهرود.

بندگانی رویین، م. ۱۳۹۱. ارزیابی تاثیر کاربرد پسماند کمپوست قارچ و نیتروژن به صورت منفرد و تلفیقی بر ویژگی های رشدی سیب زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد.

تاجبخش، م. ۱۳۷۵. ذرت (زراعت، اصلاح، آفات و بیماریهای آن). انتشارات احرار تبریز، ص ۱۳۳.

تاجبخش، م. و ع. ا. پور میرزا. ۱۳۸۲. زراعت غلات. انتشارات جهاد دانشگاهی آذربایجان غربی، ۳۱۴ ص.

جواهری، م. ع.، زین الدینی، ع. و نجفی نژاد، ح. ۱۳۸۳. اثر تاریخ کاشت بر شاخص های رشد چغندر قند در دشت ارزوئیه (کشت پاییزه). نشریه پژوهش سازندگی. شماره ۶۲.

حسن زاده قورت تپه، ع. و قلاوند، ا. ۱۳۸۱. بررسی تاثیر سیستم های مختلف تغذیه بر عملکرد دانه و کارایی نیتروژن در برخی ارقام آفتابگردان در آذربایجان غربی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۲، شماره ۶۲، صفحه ۱۷-۱۹.

حسن زاده، ح. ۱۳۸۴. پرورش قارچ خوراکی صدفی و تکمه ای (جزوه درسی). دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم.

درزی، م.ت.، قلاوند، ا. و رجالی، ف. ۱۳۸۷. تاثیر مصرف کودهای بیولوژیک بر روی جذب عناصر N.P.K و عملکرد دانه در گیاه دارویی رازیانه. فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۲۵، شماره ۱. ص ۱-۱۹.

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

راشد محصل، م.ح.، حسینی، م.، عبدی، م. و ملا فیلابی، ع. ۱۳۷۶. زراعت غلات. ترجمه و تدوین. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۶ صفحه.

رجبی، 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 دانشگاه صنعتی اصفهان.

رحمانیان، م.، حاتمی، ف.، اسماعیل پور، ب. و هادیان، ج. ۱۳۹۰. تاثیر کمپوست مصرف شده قارچ (SMC) بر عملکرد و اجزای عملکرد بذر گیاه دارویی مرزه (*S.hortensis*). اولین گنگره ملی علوم و فناوری های نوین کشاورزی.

رضوان طلب، ن.، پیردشتی، ه.، بهمنیار، م. و عباسیان، ر. ۱۳۸۸. ارزیابی تاثیر کاربرد کمپوست زباله شهری و کود معدنی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

روستایی، خ. خادم، ع. روستا، م.ج. و روستا، ح. ۱۳۸۸. بررسی کاربرد نسبت های مختلف کاربرد کود شیمیایی و آلی و مخلوط آنها بر ویژگی های خاک، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای. همایش کاربرد کودهای آلی در باغبانی و کشاورزی پایدار، ص ۱۴، شیراز.

سعید نژاد، ا.م. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۹. ارزیابی مصرف کمپوست، ورمی کمپوست و کود دامی روی عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum*). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۴، شماره ۲: ۱۴۲-۱۴۸.

سلیمی، ح.، عباس دخت، ح.، اصغری، ح.ر.، و عارف بیگی، م. ۱۳۸۹. ارزیابی پسماند کمپوست قارچ خوراکی جهت کاربرد در کشاورزی و باغبانی، اولین کنگره چالشهای کود در ایران، تهران.

سماوات، س.، پازوکی، ع. و لادن مقدم، ع. ۱۳۷۸. اصول کاربردی مواد آلی در کشاورزی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی. ۲۲۲ صفحه.

سیادت، ع. و مرادی تلاوت، م. ۱۳۸۹. جنبه های کاربردی کشاورزی ارگانیک، تهران، انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی.

سیدی م. رضوانی مقدم پ. ۱۳۹۰. بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف نیتروژن در استفاده از کمپوست قارچ، کود بیولوژیک و اوره در گندم. مجله بوم شناسی کشاورزی، ۳: ۳۱۹-۳۰۹.

شریفی عاشور آبادی، امین غ. ر، میرزا م. و رضوانی م. ۱۳۸۱. تاثیر سیستم های تغذیه گیاه (شیمیایی، تلفیقی، ارگانیک) بر کیفیت گیاه دارویی رازیانه. مجله پژوهش و سازندگی موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع. شماره ۵۷ و ۵۶. ص ۷۸.

شریفی عاشوری آبادی، ۱۳۷۷. بررسی حاصلخیزی خاک در اکوسیستم های زراعی. پایان نامه دکترا، ری، دانشگاه آزاد اسلامی علوم تحقیقات. ۴۸۲ صفحه.

شهبازی، ک. بشارتی، ح. ۱۳۹۲. بررسی اجمالی وضعیت حاصلخیزی خاک های کشاورزی ایران. مجله مدیریت ارضی، جلد ۱ شماره ۱.

صالحی، گ. ۱۳۸۰. تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن و فسفر بر عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه (*Nigella sativa L.*) در باجگاه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

عبدلی، م.ع.، و روشنی، م.ر. ۱۳۸۶. ورمی کمپوست (جلد اول)، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۲۵۲.

عزیزی، اصلان. ۱۳۸۷. چکیده برنامه راهبردی قارچ‌های خوراکی. سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی.

عزیزی، م. لکزیان، ا. و باغانی، م. ۱۳۷۸. تاثیر مقادیر متفاوت ورمی کمپوست بر شاخص‌های رشد و میزان اسانس ریحان اصلاح شده. خلاصه مقالات دومین همایش گیاهان دارویی، ص ۶۲، تهران.

علیزاده، ا.، علیزاده، ا. و آریانا، ل. ۱۳۸۸. بهینه سازی مصرف نیتروژن و فسفر در زراعت پایدار ذرت با استفاده از میکوریزا و ورمی کمپوست. یافته های نوین کشاورزی. سال ۲- شماره ۳: ۳۰۳-۳۱۶.

علیزاده، ا.، مجیدی، ا.، نادیان، ح.، نورمحمدی، ق و عامریان، م. ۱۳۸۶. بررسی اثرات تلقیح میکوریزا در سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ذرت. مجله علمی - پژوهشی یافته های نوین کشاورزی سال اول. شماره ۴ صفحه ۳۰۹-۳۲۰.

غدیری، ح. و مجیدیان، م. ۱۳۸۲. تاثیر سطوح نیتروژن و قطع آبیاری در مراحل شیری و خمیری شدن دانه بر عملکرد و اجزای عملکرد و کارایی استفاده از آب در ذرت دانه ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۷، (شماره ۲)، صفحه های ۱۰۳-۱۷۳.

غلامی، ا و کوچکی، ع. ۱۳۸۰. میکوریزا در کشاورزی پایدار (ترجمه). انتشارات دانشگاه شاهرود. ۲۱۲ صفحه.

فلاح، س. ا.، ۱. قلاوند، و م. ر. خواجه پور. ۱۳۸۶. تأثیر نحوه اختلاط کود دامی با خاک و تلفیق آن با کود شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای در خرم آباد لرستان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۰ : ۲۴۲-۲۳۳.

قربانی، ه. ۱۳۸۶. مروری بر کود های بیولوژیک در ایران و نقش آن ها در حفظ محیط زیست و سلامت جامعه. خلاصه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران. گرگان. ۱۶ تا ۲۲ مهر.

کامکار، ب. و مهدوی دامغانی، ع. ۱۳۸۷. مبانی کشاورزی پایدار. چاپ اول. انتشارات دانشگاهی مشهد، مشهد. ص ۳۱۳.

کرمزاده، ع. ۱۳۸۹. تأثیر متقابل کود زیستی ورمی کمپوست و خشکی بر نخود. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود.

کرمی، ع. ۱۳۷۶. رابطه سازه های اجتماعی - اقتصادی با دانش فنی کشاورزی و کشاورزی پایدار بین گندم کاران. چاپ اول، معاونت برنامه ریزی و بودجه وزارت کشاورزی، تهران.

کریمی، ه. ۱۳۸۸. اثر ورمی کمپوست و کمپوست معمولی بر عملکرد دانه و کاهش مصرف کود شیمیایی در گیاه ذرت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. ۱۸۹ صفحه.

کلانتری، ع. ۱۳۸۳. منابع غذایی و افزایش جمعیت : ضرورت رشد هماهنگ. فصل نامه ی اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۶: ۱۵-۶.

کلباسی، م. ۱۳۷۵. وضعیت مواد آلی در خاک های ایران و نقش کمپوست. خلاصه مقالات پنجمین گنجره علوم خاک ایران، ۱۵ تا ۱۳ شهریور. آموزشکده کشاورزی کرج.

کلخوران، ص.، قلاوند، ا. و مدرس، س. ع. ۱۳۸۹. تأثیر سیستم های مختلف حاصلخیزی بر صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه آفتابگردان. یازدهمین گنجره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران ص ۱۸۲، تهران.

کوچکی، ع.ر.، راشد محصل، م. ح.، نصیری، م. و صدر آبادی، ر. ۱۳۷۰. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی. انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۰۴ صفحه.

کیانی، ز.، اسماعیل پور، ب.، هادیان، ج.، سلطانی طولارود، ع.ا.، و فتح العلومی، س. ۱۳۹۳. اثر کود های آلی بر شاخص های رشد، جذب عناصر غذایی و میزان اسانس گیاه دارویی نعناع سبز (*Mentha spicata L*). نشریه پژوهش های تولید گیاهی جلد ۲۱ (۴).

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

محمدی، خ. و سهرابی، ی. ۱۳۹۳. تاثیر روش های تلفیقی کود دهی بر غلظت نیتروژن و فسفر و خواص زیستی خاک و صفات کلزا. مجله پژوهش های خاک (علوم خاک و آب). ۲۸ (۱): ۲۸-۳۸.   
مظاهری، د. ۱۳۷۶. گزارش نهایی طرح آینده غذا. انتشارات فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران. ۷۵۴ص.

ملکوتی، م. ج. و م. نفیسی. ۱۳۷۱. مصرف کود اراضی فاریاب و دیم. انتشارات تربیت مدرس، تهران.

ملکوتی، م. ج.، و ریاضی همدانی، س. غ. ۱۳۷۰. کودها و حاصلخیزی خاکها. چاپ اول. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، تهران.

ملکوتی، م. ج.، کشاورز، پ. و کریمیان، ن. ۱۳۷۸. روش جامع تشخیص و توصیه کود برای کشاورزی پایدار. چاپ هفتم. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. مرکز نشر آثار علمی. ۷۵۵ صفحه.

منشادی، ح.، بهمنیار، م. ع.، سالک گیلانی، س.، و لکزیان، ا. ۱۳۹۱. تاثیر کاربرد کمپوست و ورمی کمپوست غنی شده با کود شیمیایی و کود شیمیایی بر برخی شاخص های بیولوژیک کیفیت خاک در ریزوسفر ریحان *Ocimum basilicum*. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۱۶ (شماره ۶۰). صفحه های ۱۸۷-۱۹۷.

منگل، ک. و کرکبی، ا. ۱۳۷۶. اصول تغذیه گیاه. جلد دوم، ترجمه سالار دینی، ع. و مجتهدی، م. مرکز نشر دانشگاهی، تهران.



میرهادی، م.ج. ۲۰۰۱. ذرت. انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. صفحه ۲۱۴.  
نورمحمدی، ق.، ع. سیادت و ع. کاشانی. ۱۳۸۴. زراعت غلات. جلد اول. دانشگاه شهید چمران اهواز،  
اهواز. ۳۹۴ صفحه.

وهابی ماشک، ف.، میر سید حسینی، ح.، شرفا، م. و حاتمی، س. ۱۳۸۷. بررسی اثرات استفاده  
از کمپوست قارچ مصرف شده (SMC) در برخی خص. صیات خاک و آبشویی، پردیس کشاورزی و  
منابع طبیعی دانشگاه تهران ص. ۱.

**Ahmad, A. U. H., I. Qadir and N. Mahmood. 2007.** Effect of integrated use of organic and inorganic fertilizers on fodder yield of sorghum (*Sorghum bicolor L.*). Pakistan Journal of Agricultural Science 44: 415-421.

**Alizadeh, O., Alizadeh, A., and Khastkhodaii, A. 2008.** Review the combined application of mycorrhiza and Azospirillum with the aim of optimization use of nitrogen and phosphorus fertilizer in Corn sustainable agriculture. The Findings of Modern Agricultural. 3(1): 1-12. (In Persian)

**Alam, M.N., Jahan, M.S., Ail, M.K., Ashraf, A. and Islam, M.K. 2007.** Effect of vermicompost and chemical fertilizers on growth, yield components of potato in Barind Soils of Bangladesh. Journal of Apple. Sci. res., 3(12), pp1879-1888.

**Almasiyan, F., Astayi, A., and NasiriMahallati, M. 2006.** Effect of municipal leacate and compost on yield and yield component of wheat. Journal of Biyaban, 11: 1. 97-89.

**Anderson, E.L., Kamprath, E.J., and Moll, R.H. 1984.** Nitrogen fertility effects on accumulation, remobilization, and partitioning of N and dry matter in corn genotypes differiny in prolificacy. Journal of Agronomy. 76, pp: 397-440.

**Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A., and Khanuja, S.P.S. 2005.** Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. Communications in Soil Science and Plant Analysis 36: 1737-1746.

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

**Arancon, N., Edwards, C. 2005.** Effect of vermicomposts on the plant growth. Paper presented during the International symposium workshop on vermi Technologies for developing countries. Los Banos, Philippines November 16-18.

**Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004.** Influences of vermicomposts on field strawberries: Effect on growth and yields. *Bioresource Technology* 93:145-153.

**Arancon, N.Q., Galvis, P.A., Edwards, C.A., Yardim, E. 2003.** The tropic diversity of nematode communities in soils treated with vermicomposts. *Pedobiologia*, in press.

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

**Atiyeh, R.M., Lee, S.S., Edwards, C.A., Arancon, N.Q. and Metzger, J. 2002.** The influence of humic acid derived from earthworm-processed organic waste on plant growth. *Journal of Bioresource Technology*. 8:7-14.

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

**Ayub, M., Nadeem, M.A., and Tanveer, A. 2003.** Influence of different nitrogen levels and harvesting times on dry matter yield and quality off odder maize. *Pak. J. Life Soc. Sci.* 1: 59-61.

**Azarmi, R., Mousa, T.G. and Rahim, D. and Taleshi M. 2008.** Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersium esculentum*) field. *African Journal of Biotechnology*. 14: 2397-2401.

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

**Barry, D.A.J. and Miller, M.H.1989.** phosphorus nutritional requirement of mazie seedings for maximum yield. *Agron.J*, 81:95-99.

**Bauer, A. and Black, A.L. 1994.** Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58:185-193.

**Borken, W., A. Muhs and F. Beese. 2002.** Changes in microbial and soil properties following compost treatment of degraded temperate forest soils. *Soil Biol. and Biochem.* 34: 403–412.

**Bremner JM. 1965.** Total nitrogen. In: Black, C.A. (Ed.), *Methods of soil Analysis*, part 2. American Society of Agronomy, Madison, USA. Pp: 1172-1149.

**Bresson, L, M., Koch, C., L-Bissonnais, Y., Barriuso, E., Lecomte, V., 2001.** Soil surface structure stabilization by municipal waste compost application. *Soil Science Society of America Journal* 65, 1804 -1811.

**Brundrett, M.C., and L.K. Abbott. 2002.** Arbuscular mycorrhizas in plant communities. In: *Microorganisms in Plant Conservation and Biodiversity*. Sivasithamparam, K., Dixon, K.W., and Barrett, R.L. (Eds.). Kluwer Academic Press. ISBN: 1402007809. pp. 151-193.

**Buckerfield, J. C. and K. A. Webster. 1998.** Worm- worked waste boots grape yields: prospects for vermicompost use in vineyards. *The Australian and New Zealand Wine Industry Journal*, 13:73-76.

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

**Cavender, N. D., Atiyeh, R. M. and Knee, M. 2003.** Vermicompost stimulates mycorrhizal colonization of roots of sorghum bicolor at the expense of plant growth. *Pedobiologia.* 47: 85-89.

**Cheema, M. A., W. Farhad, M. F. Saleem, H. Z. Khan, M. A. Vahid, F. Rasul, and H. M. Hammad. 2010.** Nitrogen management strategies for sustainable maize production. *Crop and Environment.* 1(1): 49-52

**Chen, G.G., Zeng, G.M., Tu, X., Huang, G.H., and Chen, Y.N., 2005.** Anovel biosorbent: characterization of the spent mushroom compost and its application for removal of heavy metals. *Journal of Enviromental Science* 17(5): 756-760.

**Chen, Y., and Aviad, T. 1990.** Effect of humic substances on plant growth. In: mac Cathy, P., clap, C.E., Malcolm, R.L., Bloom, P.R. (Eds), *humic substances in soil and Crop Sciences: selected Readings*. ASA and SSSA, Madison, WI, 161-167.

**Chong, C., and D.L. Rinker. 1994.** Use of spent mushroom substrate (SMS) for growing containerized woody ornamentals: An overview. *Compost Science Utilization*. 2:45–54

**Damodar Reddy, D., A. Subba and T.R. Rupa .2000.** Effects of continuous use of cattle manure and fertilizer phosphorus on crop yield and soil organic phosphorus in a vertisol. *Bioresource Technology*, 75:113-118.

**Desai, V.R., Sabale, R.N. and Raundal, P.V. 1999.** Integrated nitrogen management in wheat- coriander cropping system. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*. 24:273-275.

**Devi, D., Agarwal, S.K., and Dayal, D. 1998.** Response of sunflower (*Helianthus annuus*) to organic manures and fertilizers. *Indian Journal of Agronomy*. 43(3):469-473.

**Dexter, A.R. 1988.** Advances in characterization of soil structure. *Soil and tillage Research*, 11, 199-238.

**Donald, A.M., Kato, L., Perry, P.A., and Waigh, T.A. 2001.** Scattering studies of the internal structure of starch granules. *Strach/ Starke*, 53, 504-512.

**Edwards C.A. and Burrows. 1998.** The potential of earthworm compost as plant growth media In: Edwads C.A. And Nauhauser A. (Eds.), *Earthworm in Environmental and waste management*. Springer, the Netherlands, pp. 211-220.

**Fahy, J, H.K. Fahy, and P.J. Wuest. 1994.** Use of Spent Mushroom Substrate (SMS) for Corn (*Maize*) Production and its Effect on Surface Water Quality. *Proceedings from Spent Mushroom Substrate Symposium*. American Mushroom Institute: Washington, DC.

**FAO.1986-2006.** Food and Agriculture Organization of the United Nation. *Quarterly bulletin of statistics*. Rome, Italy.

**FAO.2000.** *Tropical Maize, Improvement and Production*. Food and Agriculture Organization of the United Nations Production and Protection Series. No. 24. 363pp.

**FAO. 2014.** Food and Agriculture Organization of the United Nations- for a world without hunger), available from: [http://faostat3.fao.org/home/index.html#SEARCH\\_DATA](http://faostat3.fao.org/home/index.html#SEARCH_DATA).

**Frutos, I., Garate, A. and Eymar, E. 2010.** Applicability of spent mushroom compost (SMC) as organic amendment for remediation of polluted soils. *Acta Horticulturae* 852: 261-268.

**Gajalakshmi, S. and Abbasi, S.A., 2002.** Effect of application of water hyacinth compost/ vermicompost on the growth and flowering of *crossandra undulaefolia*, and on several vegetables. *Journal of Bio Resource. Technology.* 85, 2, pp 197-199.

**Gallagher, E.J.1984.** Cereal production.Butterworrrths.345pp.

**Garcia, I., Mendoza, R. and Pomar, M.C. 2012.** *Arbuscular mycorrhizal* symbiosis and dark septate endophytes under contrasting grazing modes in the Magellanic steppe of Tierra Del Fugeo. *Agri, Ecosys and Envir.* 155: 1-8.

**Gaskell, M., 1999.** Efficient use of organic nitrogen fertilizer sources. *Organic Farming Research Foundation Project Report*, 98(04): 17p.

**Gelik, I., I. Ortas and S. Kilik. 2004.** Effect of compost, *Mycorhiza*, Mnure and fertilizer on some physical properties of Chromoxerert soil. *Soil and till. Res.*78:5967.

**Gerrits, J.P.G. 1988.** Nutrition and Compost. p. 29–72. In L.J.L.D. van Griensven (ed.) *The Cultivation of Mushrooms*.

**Ghanbari A, Babaeian M, Esmaeilian Y, Tavassoli A and Asgharzade A, 2012.** The effect of cattle manure and chemical fertilizer on yield and yield component of barley (*Hordeum vulgare L.*). *African Journal of Agricultural Research* 7:504-508.

**Ghani A., R. G. McLaren and R. S. Swift.1991.** Sulphur mineralization in some New Zealand soils. *Biology and Fertility of Soils.*11:68-74.

**Gigliotti, G., D. Businelli and P. L. Giusquiani. 1999.** Composition changes of soil humus after massive application of urban waste compost. *J. Nut. Cycl. Agro. Ecosys.* 55(1):23-28.

**Gryndler, M. 2000.** Interaction of arbuscular mycorrhizal fungi with other soil organisms. In: *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function*. Kapulnik Y., and D.D. Douds. (Eds.). pp. 239-262. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. ISBN 0-7923-6444 -9.

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

**Golstein, J.1998.**Compost suppresses disease in the lab and on the fields.BioCycle.39:62-64.

**Gou, M., Chorover, J., Rosario, R., and Fox, R.H. 2001.** Leachate chemistry of field-weathered spent mushroom substrate. J. Environ. Qual. 30: 15. 1699-1709.

**Gunadi, B., Edwards, C.A., and Blount, C. 2002.** The influence of different moisture levels on the growth, fecundity and survival of *Eisenia foetida* (savigny) in cattle and pig manure solids. Soil Biology and Biochemistry 39:19-24.

**Hasanuzzaman, M., Ahamed, K.U., Rahmatullah, N.M., Akhter, N., Nahar, K., and Rahman, M.L. 2010.** Plant growth characters and productivity of wetland rice (*Oryza sativa L.*) as affected by application of different manures. Emir. J. Food Agric. 22: 46-58.

**Holcomb, E., and C.P. Romaine. 2000.** Spent Mushroom Substrate: A novel multifunctional constituent of a potting medium for plants.Reterieved from [www.mushroom-sms.com/SMS\\_For\\_Potting\\_Plants.pdf](http://www.mushroom-sms.com/SMS_For_Potting_Plants.pdf).

**Jamshidi, E., Ghalavand, A., Sefidkon, F., and Goltaph, E.M. 2012.** Effects of different nutrition systems (organic and chemical) on quantitative and qualitative characteristics of Fennel (*Foeniculum vulgare Mill.*) under water deficit stress. Ir. J. Med. Arom. Plants. 28(2): 309-323.

**Janpour, J.H. Ghorbani, R. and Karimpour, H., 2010.** Ecological saffaron weed management with application of mushroom bed compost. In Proceeding 3<sup>rd</sup> Iranian weed Science congress, Weed Management and Herbicides, 17<sup>th</sup>-18<sup>th</sup> Februry, Babolsar, Iran.pp.138-140.

**Kalbasi, M. Filoof, F. and Rezaiane, Y. Jad.1988.** Effect of sulfur treatment on yield and upake of Fe, Zn. And Mn by corn, sorghum, and soybean.J. Plant nutri.11.1353-1360.

**Kale, R. D., B, C. Mallesh, B. Kubra and D.J. Bagyaraj. 2002.** Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial population in a paddy field. Soil Biochemistry. 24:1317-1320.

**Kale, R. D., Malesh, B. C., Bano, K and Bagyarai, D. J. 1992.** Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial populations in a paddy field. *Soil Biological & Biochemistry*. J. 24(12): 1317-1320.

**Kanchikerimath, M. and D. Singh. 2001.** Soil organic matter and biological properties after 26 years of maize-wheat-cowpea cropping as affected by manure and fertilization in a combisol India. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 86:155-162.

**Kandeel, A.M., Naglaa, S.A.T., and Sadek, A.A. 2002.** Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum basilicum* L. plant. *Annual Agricultural Science Cairo* 1:351-371. (In Arabic with English summary).

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

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

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

**Kolata, E., Beresniiewicz, A., Krezel, J., Nowosielski, L. and Slow, O. 1992.** Slow release fertilizers on organic carriers as the source of N for vegetable crops production in the open field. *Acta Horticulturae*, 339: 241-249.

**Kolet, U.M., Patil, A.S., and Tumberbe, A.D. 1999.** Response of tomato crop to different modes of nutrient input and irrigation. *Journal of Maharashtra Agriculture Ecosystems and Environment* 110, 241-248.

**Komilis. D.P, ham, R.K. 2006.** Carbon dioxide and ammonia emissions during composting of mixed paper, yard waste and food waste management.

**Kubilay onal, M. and Topcuoglu, B. 2007.** The effect of Spent Mushroom Compost on the Dry Matter and Mineral Content of Pepper (*Piper nigrum*) grown in greenhouse. *Akdeniz University Vocational High School of Technical Sciences*. Turkey.

**Kumawat, P. D., N. L. Jat and S. S. Yadavi. 2006.** Effect of organic manure and nitrogen fertilization on growth, yield and economics of barley (*Hordeum vulgare*). *Indian Journal Agriculture Science* 76: 226-229.

**Larcheveque, M., Montes, N., Baldy, V., Dupouyet, S. 2005.** Vegetation dynamics after compost amendment in a Mediterranean post-fire ecosystem. *Agriculture Ecosystems and Environment* 110, 241-248.

**Lohr, VI; Wang, SH-I; and JD. Wolt. 1984.** Physical and chemical characteristics of fresh and aged spent mushroom compost. *HortScience*. 19(5): 681-683.

**Maher, M.J., Smyth, S., Dodd, V.A., McCabe, T., Magette, W.L., Duggan, J. and Hennerty, M.J., 2000.** Managing Spent Mushroom Compost. Teagasc, Dublin ,1-40.

**Malakouti, M.J., Keshavarz, P., and Karimian, N. 2003.** Comprehensive approach towards identical of nutrient deficiency and optimal fertilization for sustainable agriculture. 3<sup>rd</sup> Edition. Trbiat Modares University. Pub. Tehran. 380p. (In Persian)

**Male, R.T., 1981.** The use of spent mushroom compost in vegetable production. *Mushroom science* 6, 111-121.

**Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B. and Grego, S. 2000.** Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. *Journal of Bioresource Technology*. 72:9-17.

**Meier – Ploeger, A. 2005.** Organic Farming. Food Quality and Human Health. NJF Seminar report. Vol1.1 No1.

**Mentler A, Partaj T, Strauss P, Soumah H and Blum WE, 2002.** Effect of locally available organic manure on maize yield in Guinea, West Africa. Pp.16-20. 17th WCSS Proceedings, 14-21 August, Thailand.

**Mkhabela MS and Warman PR, 2005.** The influence of municipal solid waste compost on yield, soil phosphorus availability and uptake by two vegetable crops grown in a pigwash sandy loam soil in Nova Scotia. *Agriculture Ecosystem and Environment* 106: 57-67.

**Mohammadi, K., A. Rokhzadi. 2012.** An integrated fertilization system of canola (*Brassica napus L.*) production under different crop rotations. *Ind. Crops Prod.* 37: 264-269.



**Monneveux, P., Zaidi, P.H. and Sanehez, C.2005.** Population density and low nitrogen affectes yield-associated traits in tropical maize. *Crop Sci.* 45:535-545.

**Mooleki, S. P., J. J. Schoenau, J. L. Charles.and, G. Gwen. 2004.** Effect of rat, frequency and incorporation of feedlot cattle manure on soil nitrogen availability crop performance and nitrogen use efficiency in east-central Saskatchewan. *Canadian Journal of Soil Science.* 84: 199-210.

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

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

**Naghavi maremati, A., Bahmanyar, M.A., Pirdashti, H., and Salak Gilani, S. 2007.** Effect of different rate and type of organic and chemical fertilizers on yield and yield components of different rices cultivars. 10th Iranian Conference of Soil Science, Tehran. pp: 766-767.

**Ndegwa, P. M., and Thompson, S. 2000.** Effect of C- to-N ratio on vermicomposting of biosolids. *Bioresource Technology*, 75, 7-12.

**Nego, P.T., Rumpel, C., Doan, T.T., Jouquet, P. 2012.** The effect of earthworms on carbon storage and soil organic matter composition in tropical soil amended with compost and vermicompost. *Soil Biology and Biochemistry.* 50: 214-220.

**Oad FC, Buriro UA, and Agha SK, 2004.** Effect of organic and inorganic fertilizer application on maize fodder production. *Asian Journal of Plant Science* 3: 375- 377.

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

**Ozguven, A.I. 1998.** The opportunities of using mushroom compost waste in Strawberry Growing. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 22: 601-607.

**Parkin, T.B., J.W.Doran, and E.Franco-Vizcaino. 1996.** Field and laboratory tests of soil respiration. In: Doran, J.W., and Jones, A.J., (eds), Methods for Assessing Soil Quality, pp. 213-245, Soil Sci. Soc. Am. Special publication, No. 49, Madison, Wisconsin, USA.

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

**Philips, J.M., and Hayman, D.S. 1970.** Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular- arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of British Mycological Society. 55: 158-161.

**Poelhman, J.M. 1959.** Breeding Field crops. Henry Holy and Company, Inc. new York. 427pp.

**Prasad R, 1996.** Cropping systems and sustainable of agriculture Indian Farming 46: 39-45.

**Rajasekar, K., Daniel, T. and Karmegam, N. 2012.** Microbial Enrichment of Vermicompost. International Scholarly Research Network. ISRN Soil Science: 1-3.

**Raun, W.R. and G.V. Johnson. 1999.** Improving nitrogen use efficiency for cereal production. Agron. J. 91: 357–363.

**Regan, R.W. Sr. (1994).** Use of SMS as a Compost Matrix to Degrade Pesticide Residuals. SMS Symposium Proceedings. American Mushroom Association.

**Rezvani Moghaddam, P., Khorramdel, S. and Aminghafari, A., 2011.** Effects of mushroom compost on growth characteristics and yield of saffron. In Proceedings of the International congress in medicinal plants, 2<sup>nd</sup>-3<sup>rd</sup> March. Sari. Iran.

**Ribas L.C.C.C, de Mendonça M.M., Camelini C.M., Soares C.H.L., 2009.** Use of spent mushroom substrate from *Agaricus Subrufescens* (*syn. A.blazei, A. brasiliensis*) and *Lentinula edodes* production in enrichment of a soil-based potting media for lettuce (*Lactuca sativa*) cultivation: Growth promotion and soil bioremediation. Bioresource Technol. 100, 4750–4757.

**Sagar MP, Ahlawat OP, Raj D, Vijay B and Indurani C, 2009.** Indigenous Technical Knowledge about the Use of Spent-Mushroom Substrate. Indian Journal of Traditional Knowledge, 8(2) : 242-248.

**Sahni, S., Sarma, B.K., Singh. D.P. and Singh k.P. 2008.** Vermicompost enhances performance of plant growth –promoting rhizobacteria in *Cicer arietinum*. Rhizosphere against sclerotium rolfsii. Journal of Crop Protection. 27:369-376.

**Saini, V.K., Bhandari, S.C., and Tarafdar, J.C. 2004.** Comparison of crop yield, soil microbial C.N. and P, N-fixation nodulation and mycorrhizal infection in inoculated and non-inoculated sorghum and chickpea crops. Field Crops Res. 89: 39–47.

**Sharma, A.K. 2002.** A handbook of organic farming. Agrobios, India. 627pp.

**Sharpley, A. N., and Smith, S.J. 1983.** Distribution of phosphorus from in virgin and cultivated soil and potential erosion losses. Journal of soil. Am. J., Sci. SOC. 47, PP: 581-586.

**Shata SM, Mahamoud A and Siam S, 2007.** Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 3: 733-739.

**Sikora L, Szmidt .2001.** Nitrogen sources, mineralization rates and plant nutrient benefits from compost. In: Stoffella et al. (Edits). Compost utilization in horticultural cropping systems. Pub. CRC Press.

**Singh, R., Gupta, R.K., Patil, R.T., Sharma. R.R., Asrey, R., Kumar, A. and Jangra, K.K. 2008.** Sequential foliar application of vermicompost leachates improves marketable fruit yield and quality of strawberry. Journal of Horticulture Science. 124: 34-39.

**Soltani, A., M.J., Robertson, B., Torabi, M. Yousefi Daz, R. Sarparast. 2006.** Modeling seedling emergence in chickpea as a function of temperature and sowing depth. Agron. J. 138:156-167.

**Sommer, R., J. Ryan., S. Masri., M. Singh., and J. Diekmann. 2011.** Effect of shallow tillage, moldboard plowing, straw management and compost addition on soil organic matter and nitrogen in a dryland barley/wheat-vetch rotation. Soil Till. Res. 115: 39-46.

**Sprague, G.F and Dudley, J.W. 1988.** Corn and corn Improvement, 3rd. edition. Agronomy monograph No. 18. WI, U.S.A. 986pp.

**Stark, L.R. and F.M. Williams.1994.** The Roles of Spent Mushroom Substrate for the Mitigation of Coal Mine Drainage. Compost Science & Utilization. Vol. 2, No. 4, 84-94.

**Stewart D. P. C., C. K. Cameron. And I.S. Cornforth. 1998.** Inorganic-N release from spent mushroom compost under laboratory and field conditions. Department of soil science, Lincoln University, Canterbury, Newsland .Soil Biol .Biochem. 30(13): 1689-1699.

**Tejada M., and Gonzalez J.L.2006.**Crushed cotton gin compost on soil biological properties and rice yield. Europ. J. Agronomy, 25: 22–29.

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

**Tollenaar, M. and Dwyer, L.M. 1999.** Physiology of maize. In: D.L. Smith and C. Hamel (eds.).Crop Yeild. Physiology and processes. Springer- Verlag. Pp169-204.

**Tomati, U., Grappelli, A., and Galli, E. 1988.** The hormone – like effectof erth worm casts on plant growth. Biology and Fertility of Soils 5:288-294.

**Usman M, Ullah E, Warriach EA, Farooq M and Liaqat A, 2003.** Effect of organic and inorganic manures on growth and yield of rice variety “*Basmati -2000*”. International Journal of Agriculture Biology 5: 481-483.

**Vance, C.P. 2001.** Symbiotic nitrogen fixation and phosphours acquisition. Plant nutrition in world of declining renewable resources .Journal of Agriculture of Plant Physiology., 127, pp390-397.

**Viji, G. et al.2002.** Suppression of gray leaf spot (blast) of perennial ryegrass turf by *Pseudomonas aeruginosa* from spent mushroom substrate. Department of Plant Pathology, PennState University.

**Waling, I., Vark, W.V., Houba, VJG., and Van der lee, JJ., 1989.** Soil and plant Analysis, a series of syllabi. Part7. Plant Analysis Procedures, Wageningen Agriculture University, the Netherland.

**Walkely, A. and Blak T.A.1934.** An examination of the deligar off method for determining organic matter and aproposed modification of chromic acid titration method. Soil sci.3v: 39-38.

**Wang, S. H., V. Lohr., and D .L. Coffey. 1984.** Spent mushroom compost as a soil amendment for vegetables. Department of plant and soil science. J. Amer. Soc .Hort. Sci. 109(5):698-702.

**Wang, X.B., Cia, D.X. and Hang, J.Z.Z. 2001.** Land application of organic and inorganic fertilizers for corn in dry land farming in a region of north China sustaining global farm. Ston, D.E. Montar, R.I.I.I. and Steinhardt, G.C. (Eds.). pp. 419-422

**Webstert, A.,W. and Buckerfield JC, 2007.**Spent Mushroom Compost for Viticulture. Ecoresarch, 7blackburn.

**Wisniewska, G.H., and T. Pankiewicz.1989.** Evaluation of the suitability of spent mushroom substrate for tulip cultivation. Prace Instytutu Sadownictwa Kwiaciarsstwa skerniewickack, 14:7-13.

**www.FAO.org**

**Yadav, R.D., Keshwa, G.L., and Yadva, S.S. 2002.** Effect of integrated use of FYM, urea and sulphur on growth and yield of Isabgol (*Plantago ovata*). J. Med. Aromat. Plant. Sci. 25: 668-671.

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

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

## **Abstract**

An experimental field was conducted during 2014, at Agriculture Research Station, Varamin, Tehran, Iran. This study performed based on complete randomized block design with three replication. The factor were spent mushroom compost (SMC) in the three level (0, 1, 2.5 ton/ha), vermicompost in two level (0, 3.5 ton/ha) and nitrogen in two level (0, 150 kg/ha). The result showed that use of SMC has significant effect on all traits except soil organic carbon, respiration and soil acidity. In most cases, between the use of 1ton and 2.5 ton/ha SMC was not a significant difference. Application of vermicompost increased height, grain in row number, grain weight, row number, ear length, biological yield, soil nitrogen, mycorrhiza colonization percent, seed nitrogen and protein percent. Application of nitrogen has significant effect on height, number of ears, ear length, grain weight, grain yeild, mycorrhizal colonization percent, seed nitrogen and protein percent, soil nitrogen and respiration. At the time of application SMC and vermicompost increased height, organic carbon, number row and biological yield. The interaction of SMC and nitrogen has significant effect on number of ear, ear length, seed nitrogen and protein percent, mycorrhizal colonization percent and grain yield. Also interaction of vermicompost and nitogen has significat effect on height, soil nitrogen. Application of triple SMC, vermicompost and nitrogen increased height, grain weight, total soil nitrogen,biological yield and seed protein and nitrogenpercent. Use the spent mushroom compost, vermicompost and nitrogen increased growth index compared to control. In the meantime 1 ton/ha SMC had greater impact on growth index. In general, it seems that the management of nitrogen fertilizer combined with organic fertilizer, in addition to producing desirable yield of mazie and improve soil charactristic could be economy nitrogen fertilizer application.

**Keywords:** Mazie, Spent mushroom compost, Vermicompost, Nitrogen fertilizer



Shahrood University of Technology

Faculty of Agriculture

Department of Agronomy

M.Sc. Thesis

**Effect of Spent mushroom compost and vermicompost with nitrogen fertilizer on  
some characteristics and yield of *Zea mays***

**Atena Salehi Fashami**

Supervisors:

**Dr. H.R. Asghari**

Advisors:

**Dr. A. Gholami**

February

