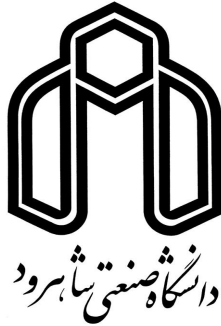


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده: کشاورزی  
گروه: آب و خاک

تاثیر کودهای آلی و سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای و برخی

پارامترای خاک

انیسه قزلباش

استاد راهنما

دکتر شاهین شاهسونی

اساتید مشاور

دکتر هرمز نقوی

دکتر حمیدرضا اصغری

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

تیر ۱۳۹۲

تقدیرم به

یک موی سپید پرفدا کارم که گام های ارتوارش، پایه های زیرتتم را محکم می کند.

کنشیات خیرین کران جربت مادد لوزم، که زیر قطره قطره باجولش، آئین میرورزی را به من آموخت.

## تسکرو قدردانی

حمد و سپاس خدایی را که ذات او عین همتی است و همتی او مهر عام و نور ادرعنا لقی را که به من تو فوق داد تا  
در زمره رویندگان عامه و رفیقان کمالی این جبهه و هم‌چند ناچیزان تو بر رویای بیکران عام بنمیزاید. بنشک انجام  
این تحقیق بی‌بطن و ابدانی که در طی مریم‌رایی نبر و دنیا می‌مردن و این راه خود را می‌رون استاید که انقدری  
داغی که عام و اخلاق را به من آموختند و مکتب بی‌دریغ و خالصانه استادان که انقدرم جناب آقایان دکتر شایین  
شاه و بی‌دکتر محمد رضا اصغری که تهر من نه‌تکی‌ای‌مانی و مشاوره این پاناس را به عهده داشتند و بار امانی ما  
مساعدت‌های ارزنده خود در تمام مراحل انجام این پژوهش دل‌وزانه مرا یاری نمودند تسکرو قدردانی من زما یم، سلامتی ایشان  
را از خداوند منان خواستارم و آرزومند تو فوق روز افزون این استاید از زشته‌ند من باشم.

## مقالات استخراج شده از پایان نامه

۱. تاثیر کودهای آلی (کمپوست، ورمی کمپوست و دامی) و سولفات روی بر غلظت عناصر میکرو

در خاک و عملکرد ذرت. اولین همایش ملی راه کارهای دستیابی به توسعه پایدار، تهران، ۲۰ اسفند

ماه ۱۳۹۱.

۲. تاثیر کودهای آلی (کمپوست، ورمی کمپوست و دامی) و سولفات روی بر برخی خصوصیات

شیمیایی خاک در منطقه اسفندقه جیرفت. اولین همایش ملی راه کارهای دستیابی به توسعه

پایدار، تهران، ۲۰ اسفند ماه ۱۳۹۱.

## چکیده

به منظور بررسی اثر کودهای آلی و سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای و برخی پارامترهای خاک، آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور و سه تکرار در سال ۹۱-۱۳۹۰ در منطقه اسفندقه، واقع در حومه جیرفت کرمان اجرا گردید. در این آزمایش سولفات روی در سه سطح (شاهد، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و کودهای آلی در چهار سطح (شاهد، ورمی کمپوست، کمپوست و دامی) اعمال گردید. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که، تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۶ تن در هکتار کمپوست به طور معنی‌داری باعث افزایش ارتفاع، تعداد ردیف و تعداد دانه در بلال ذرت شد. تیمار شاهد سولفات روی و کودهای آلی به طور معنی‌داری باعث افزایش سطح برگ، عملکرد، وزن خشک دانه، وزن صد دانه و وزن خشک بلال گردید. تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و شاهد کودهای آلی باعث افزایش معنی‌دار قطر ساقه ذرت گردید. اثر متقابل سولفات روی و کودهای آلی برای همه صفات به جز وزن خشک بوته، تعداد دانه در ردیف ذرت و اسیدیته خاک معنی‌دار گردید. تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۶ تن در هکتار کمپوست باعث افزایش معنی‌دار روی و مس قابل جذب خاک گردید. تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش منگنز و فسفر قابل جذب خاک گردید. تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش معنی‌دار آهن قابل جذب خاک گردید. تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۳۰ تن در هکتار کود دامی باعث افزایش معنی‌دار پتاسیم قابل جذب خاک گردید. تیمار عدم مصرف سولفات روی و ۳۰ تن در هکتار کود دامی باعث افزایش معنی‌دار قابلیت هدایت الکتریکی خاک گردید. بنابراین با توجه به نتایج حاصل شده، می‌توان از ترکیب سولفات روی و کودهای آلی به طور همزمان برای بهبود کیفیت خاک بهره برد ولی باید به شوری ناشی از املاح موجود کودهای آلی توجه نمود.

**کلمات کلیدی:** کمپوست، ورمی کمپوست، ذرت دانه‌ای، سولفات روی

## فهرست مطالب

### فصل اول: مقدمه

۱ مقدمه..... ۱

### فصل دوم: کلیات و مرور منابع

۱-۲ مبدا و تاریخچه ذرت..... ۷

۲-۲ اهمیت اقتصادی، سطح زیرکشت و تولید ذرت..... ۸

۳-۲ ارزش غذایی و ترکیبات دانه‌ای ذرت..... ۹

۴-۲ گیاه‌شناسی ذرت..... ۹

۵-۲ اکولوژی ذرت..... ۱۱

۱-۵-۲ دما..... ۱۱

۲-۵-۲ نور..... ۱۲

۳-۵-۲ رطوبت..... ۱۳

۴-۵-۲ خاک..... ۱۵

۶-۲ مواد آلی..... ۱۶

۱-۶-۲ اثرات مواد آلی بر خصوصیات شیمیایی خاک..... ۱۷

۲-۶-۲ اثرات مواد آلی بر خصوصیات فیزیکی خاک..... ۱۷

- ۱۸.....۳-۶-۲ اثرات مواد آلی بر خصوصیات بیولوژیکی خاک
- ۱۸.....۷-۲ کمپوست
- ۱۹.....۱-۷-۲ تولید کمپوست
- ۲۰.....۲-۷-۲ نقش کمپوست در رشد و عملکرد گیاه
- ۲۱.....۳-۷-۲ تاثیر کمپوست بر برخی خصوصیات شیمیایی خاک
- ۲۲.....۸-۲ ورمی کمپوست
- ۲۳.....۱-۸-۲ فواید ورمی کمپوست
- ۲۳.....۲-۸-۲ تاثیر در خصوصیات بیولوژیک خاک
- ۲۴.....۳-۸-۲ تاثیر بر قابلیت جذب عناصر
- ۲۵.....۴-۸-۲ تاثیر بر رشد گیاه
- ۲۶.....۹-۲ کود دامی
- ۲۸.....۱۰-۲ تفسیم بندی کود دامی
- ۲۹.....۱۱-۲ تاثیر کود دامی بر رشد گیاه
- ۲۹.....۱۲-۲ روی در خاک
- ۳۰.....۱۳-۲ نقش روی در گیاه
- ۳۲.....۱۴-۲ کمبود روی
- ۳۳.....۱۵-۲ منابع روی



## فصل سوم: مواد و روش‌ها

- ۱-۳ موقعیت محل و زمان اجرای آزمایش..... ۳۴
- ۲-۳ خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش و برخی خصوصیات ورمی کمپوست، کمپوست و دامی مورد استفاده در آزمایش..... ۳۴
- ۳-۳ طرح آزمایش و تیمارهای بکار گرفته در آزمایش..... ۳۶
- ۴-۳ عملیات
- زراعی..... ۳۸
- ۱-۴-۳ آماده سازی زمین..... ۳۸
- ۲-۴-۳ کود سولفات روی..... ۳۸
- ۳-۴-۳ کودهای ورمی کمپوست، کمپوست و دامی..... ۳۸
- ۴-۴-۳ آبیاری..... ۳۹
- ۵-۴-۳ تنک کردن..... ۳۹
- ۶-۴-۳ وجین علف‌های هرز..... ۳۹
- ۵-۳ برداشت نهایی..... ۳۹
- ارتفاع..... ۴۰
- قطر ساقه..... ۴۰
- وزن خشک تک بوته..... ۴۰
- وزن خشک بلال..... ۴۰
- وزن صد دانه..... ۴۰

- ۴۰.....وزن خشک دانه.....
- ۴۰.....تعداد ردیف.....
- ۴۰.....تعداد دانه در ردیف.....
- ۴۰.....تعداد دانه در بلال.....
- ۴۰.....سطح برگ.....
- ۴۰.....عملکرد.....
- ۴۱.....۳-۶ اندازه گیری برخی خصوصیت های خاک.....
- ۴۱.....۳-۶-۱ اسیدیته خاک.....
- ۴۱.....۳-۶-۲ قابلیت هدایت الکتریکی خاک.....
- ۴۱.....۳-۶-۳ درصد کربن آلی خاک.....
- ۴۲.....۳-۶-۴ پتاسیم قابل جذب خاک.....
- ۴۲.....۳-۶-۵ فسفر قابل جذب خاک.....
- ۴۳.....۳-۶-۶ آهن، روی، مس و منگنز خاک.....
- ۴۳.....۳-۶-۷ تجزیه و تحلیل داده ها.....

#### فصل چهارم: نتایج و بحث

- ۴۴.....۴-۱ عملکرد و اجزای عملکرد.....
- ۴۴.....۴-۱-۱ ارتفاع.....
- ۴۷.....۴-۱-۲ قطر ساقه.....

- ۴-۱-۳ وزن خشک بوته..... ۴۹
- ۴-۱-۴ وزن خشک بلال..... ۴۹
- ۴-۱-۵ وزن صد دانه..... ۵۲
- ۴-۱-۶ تعداد دانه در بلال..... ۵۵
- ۴-۱-۷ وزن خشک دانه..... ۵۸
- ۴-۱-۸ تعداد ردیف..... ۶۱
- ۴-۱-۹ تعداد دانه در ردیف..... ۶۴
- ۴-۱-۱۰ سطح برگ..... ۶۴
- ۴-۱-۱۱ عملکرد..... ۶۸
- ۴-۲-۲ برخی خصوصیت‌های خاک..... ۷۲
- ۴-۲-۱ هدایت الکتریکی خاک..... ۷۲
- ۴-۲-۲ اسیدیته خاک..... ۷۴
- ۴-۲-۳ ماده آلی خاک..... ۷۴
- ۴-۲-۴ فسفر قابل جذب خاک..... ۷۷
- ۴-۲-۵ پتاسیم قابل جذب خاک..... ۸۱
- ۴-۲-۶ روی قابل جذب خاک..... ۸۴
- ۴-۲-۷ مس قابل جذب خاک..... ۸۷
- ۴-۲-۸ منگنز قابل جذب..... ۹۱
- ۴-۲-۹ آهن قابل جذب خاک..... ۹۴

- ۳-۴ نتیجه گیری کلی.....۱۰۰
- ۴-۴ پیشنهادات برای مطالعات آیندگان.....۱۰۱
- منابع.....۱۰۳

### فهرست جداول

- جدول ۳-۱ برخی خصوصیت‌های خاک مورد آزمایش.....۳۵
- جدول ۳-۲ برخی خصوصیات شیمیایی کود دامی، کمپوست و ورمی کمپوست.....۳۵
- جدول ۴-۱ تجزیه واریانس صفات زراعی مورد مطالعه.....۹۷
- جدول ۴-۲ تجزیه واریانس صفات زراعی مورد مطالعه
- شکل ۴-۱-۱ تاثیر سولفات روی بر ارتفاع بوته.....۴۶
- شکل ۴-۲ تاثیر متقابل سولفات روی کودهای آلی بر ارتفاع.....۴۶
- شکل ۴-۳ تاثیر متقابل سولفات روی و کودهای آلی بر قطر ساقه.....۴۸
- شکل ۴-۴ تاثیر سولفات روی بر وزن خشک بلال.....۵۱
- شکل ۴-۵ تاثیر کودهای آلی بر وزن خشک بلال.....۵۱
- شکل ۴-۶ تاثیر متقابل سولفات روی و کودهای آلی بر وزن خشک بلال.....۵۲
- شکل ۴-۷ تاثیر سولفات روی بر وزن صد دانه.....۵۴
- شکل ۴-۸ تاثیر کودهای آلی بر وزن صد دانه.....۵۴
- شکل ۴-۹ تاثیر متقابل سولفات روی و کودهای آلی بر وزن صد دانه.....۵۵
- شکل ۴-۱۰ تاثیر سولفات روی بر تعداد دانه در بلال.....۵۷

- شکل ۴-۱۱ تاثیر کودهای آلی بر تعداد دانه. بلال..... ۵۷
- شکل ۴-۱۲ تاثیر متقابل سولفات روی و کودهای آلی بر تعداد دانه در بلال..... ۵۸
- شکل ۴-۱۳ تاثیر سولفات روی بر وزن خشک دانه..... ۶۰
- شکل ۴-۱۴ تاثیر کودهای آلی بر وزن خشک دانه..... ۶۰
- شکل ۴-۱۵ تاثیر متقابل سولفات روی و کودهای آلی بر وزن خشک دانه..... ۶۱
- شکل ۴-۱۶ تاثیر سولفات روی بر تعداد ردیف..... ۶۳
- شکل ۴-۱۷ تاثیر کودهای آلی بر تعداد ردیف..... ۶۳
- شکل ۴-۱۸ تاثیر متقابل سولفات روی و کودهای آلی بر تعداد ردیف..... ۶۴
- شکل ۴-۱۹ تاثیر سولفات روی بر سطح برگ..... ۶۷
- شکل ۴-۲۰ تاثیر کودهای آلی بر سطح برگ..... ۶۷
- شکل ۴-۲۱ تاثیر متقابل سولفات روی و کودهای آلی بر سطح برگ..... ۶۸
- شکل ۴-۲۲ تاثیر سولفات روی بر عملکرد دانه..... ۷۰
- شکل ۴-۲۳ تاثیر کودهای آلی بر عملکرد دانه..... ۷۱
- شکل ۴-۲۴ تاثیر متقابل سولفات روی و کودهای آلی بر عملکرد دانه..... ۷۱
- شکل ۴-۲۵ تاثیر کودهای آلی بر هدایت الکتریکی..... ۷۳
- شکل ۴-۲۶ تاثیر متقابل سولفات روی کودهای آلی بر هدایت الکتریکی..... ۷۳
- شکل ۴-۲۷ تاثیر سولفات روی بر ماده آلی خاک..... ۷۶
- شکل ۴-۲۸ تاثیر کودهای آلی بر ماده آلی خاک..... ۷۶
- شکل ۴-۲۹ تاثیر متقابل سولفات روی و کودهای آلی بر ماده آلی خاک..... ۷۷

- شکل ۳۰-۴ تاثیر سولفات روی بر فسفر قابل جذب..... ۷۹
- شکل ۳۱-۴ تاثیر کودهای آلی بر فسفر قابل جذب..... ۸۰
- شکل ۳۲-۴ تاثیر متقابل سولفات روی و کودهای آلی بر فسفر قابل جذب..... ۸۰
- شکل ۳۳-۴ تاثیر سولفات روی بر پتاسیم قابل جذب..... ۸۳
- شکل ۳۴-۴ تاثیر کودهای آلی بر پتاسیم قابل جذب..... ۸۳
- شکل ۳۵-۴ تاثیر متقابل سولفات روی و کودهای آلی بر پتاسیم قابل جذب..... ۸۴
- شکل ۳۶-۴ تاثیر سولفات روی بر روی قابل جذب..... ۸۶
- شکل ۳۷-۴ تاثیر کودهای آلی بر روی قابل جذب..... ۸۷
- شکل ۳۸-۴ تاثیر متقابل سولفات روی و کودهای آلی بر روی قابل جذب..... ۸۷
- شکل ۳۹-۴ تاثیر سولفات روی بر مس قابل جذب..... ۹۰
- شکل ۴۰-۴ تاثیر کودهای آلی بر مس قابل جذب..... ۹۰
- شکل ۴۱-۴ تاثیر متقابل سولفات روی و کودهای آلی بر مس قابل جذب..... ۹۱
- شکل ۴۲-۴ تاثیر سولفات روی بر منگنز قابل جذب..... ۹۳
- شکل ۴۳-۴ تاثیر کودهای آلی بر منگنز قابل جذب..... ۹۳
- شکل ۴۴-۴ تاثیر متقابل سولفات روی و کودهای آلی بر منگنز قابل جذب..... ۹۴
- شکل ۴۵-۴ تاثیر سولفات روی بر آهن قابل جذب..... ۹۶
- شکل ۴۶-۴ تاثیر کودهای آلی بر آهن قابل جذب..... ۹۶

# فصل اول

مقدمه

گیاهان زراعی نقش عمده ای در تامین غذا و انرژی بشر دارد. ذرت (*Zea mays L.*) که *Maize* هم گفته می‌شود. بعد از گندم و برنج، سومین غله مهم جهان می‌باشد. این گیاه در درجه اول برای تولید دانه و در درجه ی دوم، به منظور تولید علوفه و ماده خام تولیدات صنعتی، کشت می‌شود. ارزش غذایی فراوان دانه‌ی ذرت باعث گردیده که در کشورهای جهان سوم و بعضی از کشورهای دیگر نان روزانه‌ی مردم از آرد این گیاه تهیه شود. ترکیب شیمیایی دانه‌ی ذرت، بر اساس وزن خشک، شامل حدود ۷۷ درصد نشاسته، ۹ درصد پروتئین، ۵ درصد چربی، ۵ درصد پنتوزان، ۲ درصد قند و ۲ درصد خاکستر می‌باشد (فتحی، ۱۳۷۸).

امروزه ۸۲ درصد تا ۹۰ درصد میزان تولید علوفه در کشورهای پیشرفته از نظر دامپروری، متکی به کشت ذرت می‌باشد. این گیاهان علاوه بر آنکه علوفه‌ای مطلوب برای دام می‌باشد از لحاظ تامین انرژی نیز بی‌نظیر است. به همین جهت در تهیه خوراک پر انرژی به منظور تغذیه طیور بویژه مرغ بالاترین مقام را دارد. ذرت از نظر دارویی نیز خواص متعددی دارد. کاکل آن دارای اثر آرام‌کنندگی می‌باشد. از ساقه ذرت در صنایع کاغذ سازی و مقواسازی، از چوب بلال آن در ساختن اسید استیک، رنگ، پلاستیک و لاستیک استفاده می‌شود. افزون بر موارد فوق اهمیت ذرت در عملکرد بالای آن و قابلیت کشت آن در محدوده‌ی وسیعی از شرایط محیطی است. علاوه بر این‌ها تنوع فوق العاده، فرم، کیفیت و عادت رویش آن باعث سودمندی بیشتر این گیاه شده است. افزایش این محصول در گرو بکارگیری بهینه نهاده‌های کشاورزی از جمله کود می‌باشد (سرمندیا کوچکی، ۱۳۷۴).

کودهای شیمیایی در ایران از مهم‌ترین نهاده‌های کشاورزی بحساب می‌آیند. استفاده از کودهای شیمیایی علیرغم هزینه زیاد، بازدهی کم و خطر آلودگی‌های زیست محیطی مانند آلودگی آب‌های



سطحی و زیرزمینی را در پی دارند. بعلاوه فشردگی خاک‌ها، کاهش دیگر خصوصیات فیزیکی مثبت در خاک‌ها، کاهش کیفیت محصولات که مدیریت کود از عوامل اصلی در نیل به کشاورزی پایدار محسوب می‌گردد. لذا جایگزینی تدریجی کودهای شیمیایی خصوصاً کودهای نیتروژنی و فسفاتی با کودهای بیولوژیک بدلیل مزایای نسبی کودهای بیولوژیک و بعلاوه ارزانی آن امری کاملاً اجتناب ناپذیر است. امروزه استفاده بیش از حد از فرآورده‌های مصنوعی ساخت بشر مانند کودهای شیمیایی به منظور افزایش محصول در واحد سطح زمین‌های کشاورزی سبب بر هم خوردن توازن اکولوژیکی در محیط زیست گشته و خطرات جدی برای سلامت محیط زیست فراهم کرده است. این در حالی است که استفاده از کودهای آلی مانند کمپوست، ورمی‌کمپوست و دامی علاوه بر حاصلخیزی خاک سبب کاهش تاثیرات منفی حاصل از کاربرد بیش از اندازه کودهای شیمیایی و سینتتیک ساخت بشر می‌شود (میشرا و نایاک، ۲۰۰۴). در سال‌های اخیر، در کشور ما نیز استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی و عدم توجه به اهمیت و اثرات مثبت مصرف مواد آلی در بهبود حاصلخیزی خاک‌های زراعی، باعث افزایش در مصرف کودهای شیمیایی شده است (منتظری و ملکوتی، ۱۳۸۲).

از طرف دیگر افزایش روز افزون زباله‌های شهری و صنعتی و رها نمودن آن‌ها در زمین‌های اطراف شهرها، رودخانه‌ها، جنگل‌ها و مزارع، منجر به آلودگی اکوسیستم آبی-خاکی شده و زندگی حیوانات، گیاهان و موجودات را به خطر انداخته است. بازیافت زباله‌ها، بالاخص زباله‌های خانگی و تبدیل آن‌ها به کمپوست می‌تواند راه حلی مناسب برای کاهش این مشکل باشد (اله دادی، ۱۳۸۲). بنابراین تولید کمپوست می‌تواند به عنوان یک روش مدیریتی مناسب برای حذف مواد زائد جامد و تبدیل آن‌ها به موادی با ارزش محسوب شده و به عنوان ابزاری مناسب در کنترل انواع مختلف بقایا و کاهش مصرف کودهای معدنی به محصولات زراعی و افزایش جذب عناصر کم مصرف به وسیله گیاهان تلقی شود. انجام تحقیقات مختلف در این زمینه، برخی از تاثیرات مثبت این ماده آلی را در رشد و بهبود خصوصیات کیفی

گیاه نشان داده است (خیام باشی و افیونی، ۱۳۸۲). در این زمینه، امروزه تولید ورمی کمپوست نیز به عنوان تکنیکی با ارزش، سریع و به صرفه از نظر هزینه و زمان برای مدیریت بهره‌برداری از بقایای آلی در منابع مختلف گزارش شده است (گارک و همکاران، ۲۰۰۶).

انباشت مواد آلی در یک مکان به منظور تجزیه و استفاده بعدی آن در کشاورزی قرن‌هاست که توسط کشاورزان با فرهنگ‌های مختلف انجام می‌گیرد. در چین بیش از دو هزار سال است که بقایای گیاهی را از طریق مخلوط کردن با فضولات انسانی و حیوانی مورد استفاده قرار می‌دهند. در اروپا استفاده از کمپوست<sup>۱</sup> ضایعات به منظور افزایش حاصلخیزی خاک به زمان رومی‌ها بر می‌گردد و این امر در بین کشاورزان رواج زیادی داشت. در اوایل قرن بیستم آلبرت هوارد انگلیسی تلاش زیادی در احیای صنعت کمپوست در اروپا انجام نمود (سماوات، ۱۳۸۰).

از طرفی توانایی کرم‌های خاکی در تجزیه سریع مواد آلی در خاک‌ها اغلب به ثبت رسیده است. فعالیت کرم‌های خاکی برای تجزیه اولیه بقایای گیاهی و جانوری قبل از اینکه این مواد توسط میکروفلور خاک تجزیه شوند، حائز اهمیت می‌باشد (اورزکو و همکاران، ۱۹۹۶). در این رابطه استفاده از کرم‌های خاکی به منظور تولید ورمی کمپوست<sup>۲</sup> در چند سال اخیر مورد توجه محققین قرار گرفته است. اولین برنامه تحقیقاتی در بکارگیری کرم‌های خاکی برای خرد کردن ضایعات آلی در ابتدای سال ۱۹۸۰ شروع شد، نتایج انجام شده نشان داد که کرم‌های خاکی می‌توانند بعنوان یک عامل با ارزش در تجزیه فاضلاب و دیگر مواد آلی بکار گرفته شوند. پس از انجام این تحقیقات بود که دورنمای کاهش استفاده از کودهای شیمیایی جایگزینی آن با ورمی کمپوست به عنوان یک کود آلی مطرح شد (زها و هوانگ، ۱۹۹۲).

---

1- Compost

2- Vermicompost

آهن، منگنز و روی در تعدادی از آنزیم‌های حد و واسط واکنش‌های گیاهی از جمله دیاستازها<sup>۱</sup> نقش موثری ایفا می‌نمایند (زرین کفش، ۱۳۶۸). بعنوان مثال آهن در ساخت کلروفیل، تولید کربوهیدرات‌ها، تنفس، احیای شیمیایی نیترات و سولفات نقش مهمی ایفا می‌نماید. منگنز در واکنش‌های انتقال الکترون و تولید کلروفیل در گیاه دخالت دارد. روی در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی گیاه و در ساخت پروتئین و اکسین نقش دارد (ملکوتی، ۱۳۷۹).

با توجه به وسعت تاثیر این عناصر در فعالیتهای حیاتی معلوم است که کمبود آنها بایستی صدمات فوق‌العاده‌ای به زندگی گیاه وارد سازد (سالاردینی، ۱۳۷۴). این چنین به نظر می‌رسد که در خاک‌های آهکی و قلیایی کمبود این عناصر بیشتر باشد. همچنین در حضور غلظت زیاد فسفر کمبود آهن و روی به چشم می‌خورد. در ایران کمبود عناصر کم مصرف در مزارع و باغات به دلیل حاکمیت شرایط آهکی، کاهش درصد ماده آلی خاک‌ها، حلالیت کم این عناصر در pH آهکی، وجود یون کربنات و بی‌کربنات در آب‌های آبیاری و مصرف بالای فسفر عمومیت دارد. به دلیل حاکمیت این کمبودها عملکرد محصولات کشاورزی عموماً کم بوده و لطمات اقتصادی زیادی از این کمبودها متوجه کشور شده است (ملکوتی، ۱۳۷۸). با توجه به محدودیتهای منابع آب و خاک، توسعه سطح زیر کشت در ایران با مشکلات فراوانی روبرو می‌باشد. بنابراین بهترین راه جهت تولید بیشتر، افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در واحد سطح می‌باشد (هودچی، ۱۳۷۲). یکی از راه‌های افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در واحد سطح، افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی برای گیاه می‌باشد.

نقش فلز روی در سلامت انسان‌ها، از جمله اینکه روی یکی از کاتیون‌های مهم بدن و داخل سلول می‌باشد. به عنوان یک عامل در اکثر فعالیتهای سلولی مثل فعالیت آنزیمی سنتز پروتئین و بیوسنتز چربی دخالت دارد. این عنصر سیستم ایمنی بدن را تنظیم می‌کند. نیاز روزانه انسان به روی حدود ۱۲-

---

1- Disastase

۳۰ میلی‌گرم در روز می‌باشد. خاک‌های زراعی کشور به دلایل متعددی از جمله آهنی بودن، بی‌کربنانه بودن آب آبیاری، تنش خشکی در مزارع کشور پائین بودن مواد آلی در خاک‌ها زراعی دچار کمبود شدید عناصر کم مصرف، خصوصاً روی و آهن می‌باشند. البته کمبود روی و آهن گستره جهانی داشته و حدود ۳۰ درصد خاک‌های کشاورزی جهان عمدتاً به دلیل آهنی بودن با کمبود یا کمی قابلیت جذب این عناصر مواجه هستند. محققان روش‌های مختلفی را برای پیشگیری رفع کمبود آن پیشنهاد نموده‌اند یکی از این روش‌ها مصرف کودهای شیمیایی حاوی روی است. سولفات روی رایج‌ترین مکمل قابل استفاده روی است. به این ترتیب نسبت به سایر اشکال کمترین قیمت را دارد. اما حداقل جذب را دارد به نظر می‌رسد کاربرد مواد آلی در کنار کود روی مصرفی می‌تواند در جهت رفع کمبود عنصر روی در گیاه ذرت موثر واقع شود (ملکوتی و لطف‌اللهی، ۱۳۷۸). به دلیل محدود بودن منابع کود دامی استفاده از کودهای آلی مانند کمپوست و ورمی‌کمپوست، از منابع مختلف، که می‌توانند منبع غنی از عناصر مورد نیاز خاک و گیاه باشند، امری مطلوب است.

این آزمایش با اهداف :

۱- اثرات سه کود آلی (کمپوست، ورمی کمپوست و دامی) و سولفات روی بر روی برخی خصوصیات خاک

۲- مقایسه عملکرد سه کود کمپوست، ورمی کمپوست و دامی به عنوان کود آلی در عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای

۳- مقایسه عملکرد کودهای آلی (کمپوست، ورمی کمپوست و دامی) با سولفات روی در عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای

اجرا شد.

# فصل دوم

کلیات و مرور منابع



## ۲-۱ مبدا و تاریخچه ذرت

در بین غلات ذرت گیاهی است که تاریخ دقیق و پیدایش و کشت و کار آن بخوبی مشخص نیست. از هزاران سال پیش ذرت به عنوان غذا مورد استفاده انسان، حیوان و پرندگان بوده است. مبدا ذرت ابهام انگیز است زیرا هیچ گیاه وحشی که ذرت می‌توانست از آن به وجود آید پیدا نشده است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶). ذرت یکی از دیرینه‌ترین گیاهان روی زمین است و رویش‌گاه اصلی آن به عقیده بسیاری از دانشمندان مکزیک و پرو بوده است چون در آن مناطق جنس‌هایی شبیه *Zea* به نام *Euchaena* و *Tripsacum* دیده شده‌اند نوع وحشی آن به نام ذرت آندن (*Anden*) یا ذرت مکزیکی تقریباً از ۵۶۰۰ سال پیش در کشورهای مکزیک و پرو کاشته می‌شده و به وسیله حفاری‌هایی که در این کشورها صورت گرفته دانه‌هایی بدست آمده که قدمت آن‌ها به ۴۰۰۰ سال پیش می‌رسد (خدابنده، ۱۳۷۱). از نظر مبدا ذرت تئوری‌های متعدد وجود دارد و یکی از آن‌ها نیز حاکی از اینست که ذرت غلاف‌دار فرم ابتدایی اجداد ذرت می‌باشد (کوچکی، ۱۳۶۹). در سال ۱۴۹۲ کریستف کلمب کاشف قاره آمریکا هنگامی که به این سرزمین وارد گردید، ذرت یکی از زراعت‌های رایج در این منطقه بود که بیشتر توسط سرخپوستان قبیله مایز (*Mahis*) آمریکا جنوبی کشت می‌گردید. لذا ذرت کریستف کلمب از قاره آمریکا وارد قاره اروپا شد و اروپائیان این گیاه را به نام *Marisi* و *Mahis* که زادگاه سرزمین سرخپوستان بود نامیدند و پس از آن به نام گندم تغییر یافت (خدابنده، ۱۳۷۱). و کشت آن نیز در قرن هفدهم میلادی در قاره اروپا رونق گرفت لینه (*Linne*) در سال ۱۷۳۷ میلادی نام آن را به *Zea mays* تغییر داد (پورصالح، ۱۳۷۳).



## ۲-۲ اهمیت اقتصادی، سطح زیر کشت و تولید ذرت

ذرت اهمیت فوق العاده زیادی در تامین غذای دامها، پرندگان و مصارف دارویی و صنعتی دارد لذا نسبت به افزایش سطح زیر کشت و همچنین بهبود تکنیک زراعت آن اقدامات اساسی بعمل آمده و در بیشتر کشورهای جهان که دارای شرایط آب و هوایی مناسب برای رشد گیاه می باشد محصول قابل توجهی تولید می نماید (خدابنده، ۱۳۷۱). ذرت یکی از با ارزش ترین گیاهان زراعی است و این گیاه به عنوان سلطان غلات معروف است. ذرت بعد از گندم و برنج بزرگترین سطح زیر کشت را اشغال کرده است. ذرت به علت دارا بودن خواص زراعی مطلوب، بهره برداری اقتصادی خوب و سازگاری وسیع با شرایط آب و هوایی سالانه بیش از ۱۳۰ میلیون هکتار از اراضی دنیا را به کشت خود اختصاص داده است. ذرت یکی از پر محصول ترین غلات است واز لحاظ مقدار کل تولید بعد از گندم و برنج قرار دارد و سومین غله جهان است و مقدار تولید آن تقریباً برابر حجم تولید هر یک از دو غله گندم و برنج است. متوسط محصول آن در جهان ۴۳۵۰ کیلوگرم و متوسط محصول علوفه سیلوئی آن ۳۶۰۰۰ کیلوگرم در هکتار می باشد (تاجبخش، ۱۳۷۵). بیشتر ذرت کاری در قاره آمریکا در ایالت متحده آمریکا و در مداری به نام *Corn belt* انجام می گیرد (پورصالح، ۱۳۷۳). از نظر مناطق جغرافیایی مساعد برای توسعه کشت ذرت در ایران با توجه به نیازمندی های ذرت از لحاظ طول دوره رشد، مجموع نیاز حرارتی، خاک مناسب و آب مورد نیاز، استان اصفهان، خوزستان، چهار محال بختیاری، فارس، تهران و کرمانشاه مساعدترین مناطق هستند (خدابنده، ۱۳۷۱).

## ۲-۳ ارزش غذایی و ترکیبات دانه ذرت

دانه ذرت مانند سایر غلات از خارج بطرف داخل از پوسته میوه به پوسته دانه، لایه آلورون، اندوخته، لپه و جنین تشکیل شده است. آندوسپرم ۸۵ درصد دانه را تشکیل می‌دهد در صورتیکه جنین ۱۰ درصد و لپه و پوست با همدیگر تقریباً ۵ درصد دانه را شامل می‌شوند. درصد ترکیبات شیمیایی دانه ذرت به طور متوسط به صورت زیر می‌باشد. مواد غیر از ته حدود ۶۸/۷ درصد که خود شامل: قند ۲/۳۲ درصد، دکسترین ۲/۴۷ درصد، نشاسته ۵۹/۹۰ درصد پنتوزان ۴۳/۸۳ درصد می‌باشد. پروتئین خام یا مواد از ته حدود ۱۰ درصد می‌باشد که مواد پروتئینی ذرت شامل پرولامین گلوٹنین، گلوبولین و زئین می‌باشد. ماده اصلی پروتئین دانه ذرت پرولامین می‌باشد که حاوی مقدار زیادی لئوسین و اسید گلوٹامیک است. چربی خام ذرت ۴/۶۷ درصد که بیشتر در جنین اندوخته می‌گردد. خاکستر حدود ۱/۵۴ درصد است که ۸۷/۵ درصد خاکستر یا مواد معدنی در جنین ۱۸/۲ درصد در آندوسپرم و ۲۰ درصد در پوسته قرار دارد. خاکستر دانه ذرت در درجه اول غنی از فسفر و بعد از آن پتاسیم و منیزیم می‌باشد. سلولز حدود ۲/۵۲ درصد و رطوبت حدود ۱۳/۳۲ درصد ترکیبات شیمیایی ذرت دانه را تشکیل می‌دهد (پورصالح، ۱۳۷۳).

## ۲-۴ گیاه‌شناسی ذرت :

ذرت گیاهی است یکساله از تیره غلات (*Poaceae*) جنس آن *Zea* و گونه آن *Mays* و ساقه آن دارای خصوصیات مشابه سایر غلات ولی توپر می‌باشد. طول ساقه ذرت بر حسب رقم متفاوت و از حداقل ۶۰ سانتی‌متر تا بیش از ۳ متر و قطر آن ۵۰-۱۳ میلی‌متر متغیر است. ساقه ذرت ۱۲-۸ و گاهی ۱۴ میان‌گره دارد میان‌گره‌های قسمت فوقانی ساقه ضخیم است در حالی که میان‌گره‌های قسمت تحتانی ساقه نازک می‌باشد. ساقه در ذرت علاوه بر نگهداری اندام‌های هوایی محل ذخیره هیدرات‌های کربن

ذخیره‌ای نیز می‌باشد. در ارقامی که در عرض‌های جغرافیایی ۵۰ درجه شمالی و جنوبی تا خط استوا کشت می‌شوند تعداد برگ ۴۸-۷ عدد می‌باشد. برگ در ذرت مانند سایر غلات از یک پهنک و غلاف تشکیل شده است. ذرت دارای سه نوع ریشه می‌باشد که شامل ۳-۵ ریشه جنینی<sup>۱</sup>، ریشه ثانوی یا دائمی<sup>۲</sup> و ریشه‌های هوایی<sup>۳</sup> می‌باشد. ذرت دارای خاصیت تولید ریشه‌های نابجا (هوایی) از اطراف گره‌های پائین خود که نزدیک به سطح خاک هستند می‌باشند که این وضع به استحکام گیاه کمک نموده و آن را در برابر ورس و بادهای شدید مقاومت می‌نماید (خدابنده، ۱۳۷۱). پنجه زدن در ذرت مانند گندم و جو بصورت کامل نیست و این بستگی زیادی به نوع ذرت دارد. برای مثال پنجه زدن در ذرت سخت به مراتب شدیدتر از پنجه زدن ذرت دندان اسبی می‌باشد (پورصالح، ۱۳۷۳). ذرت گیاهی است یک پایه یعنی گل‌های نر و ماده روی یک بوته ولی جدا از هم قرار دارند. در روی خوشه‌ها دو سنبلچه به صورت جفت قرار گرفته‌اند هر سنبلچه دارای دو گل و هر گل دارای میله و پرچم و دو غده آبدار است، ولی گل‌های ماده ذرت در طول ساقه و در کنار برگ‌ها ظاهر می‌شود. در روی محور سلولزی سنبله (بلال) و در طول آن تعداد زیادی سنبلچه به صورت جفت قرار می‌گیرند. هر سنبلچه دارای دو مادگی می‌باشد. گل‌ها فاقد اندام نر و غده آبدار هستند و تنها یکی از آن‌ها بارور می‌شود. مجموع آرایش ماده ذرت توسط غلافی بنام اسپات (*spath*) پوشیده شده که اصطلاحاً پوست بلال نامیده می‌شود. گرده افشانی در ذرت معمولاً غیر مستقیم بوده و بوسیله باد صورت می‌گیرد (خدابنده، ۱۳۷۱). بنابراین حدود ۹۵ درصد گل‌های ماده یک پایه به صورت دگرگشن و احتمالاً حدود ۵ درصد بصورت خودگشن تلقیح می‌شوند. به طور کلی ذرت گیاهی هتروزیگوت است. هر دانه گرده می‌تواند در تمام طول کامل جای گرفته و رشد بنماید. عمل لقاح ۱۲-۲۸ ساعت پس از جایگزین شدن دانه گرده روی کاکل ذرت صورت می‌گیرد. در شرایط مناسب عمر

---

<sup>1</sup> 1- Primary root

2-- Adventitious root

<sup>2</sup> 3- Brace root

دانه گرده ۲۴-۱۸ ساعت است. با انجام عمل لقاح رنگ کاکل از زرد به قهوه‌ای تغییر یافته و تدریجا کاکل خشک می‌شود. پس از لقاح رشد و نمو دانه آغاز می‌شود (پورصالح، ۱۳۷۳). میوه ذرت به صورت فندقه است که از سه قسمت اصلی برون بر (پریکارب)، جنین و آندوسپرم تشکیل شده است. دانه ذرت از نظر رنگ، شکل و اندازه در ارقام مختلف متفاوت بوده و رنگ آن از سفید تا زرد، قرمز، ارغوانی، سیاه و آبی تغییر می‌کند. بعضی از دانه‌های ذرت دارای آندوسپرم نشاسته‌ای هستند که نرم و تقریبا آردی می‌باشد. چون هر سنبلچه یک دانه تولید می‌کند لذا دانه‌ها بصورت ردیف‌های مضاعف هستند و بلال‌ها همیشه حاوی تعداد ردیف‌های زوج می‌باشند. در شرایط مطلوب ارقام هیبرید ۱۰۰۰-۸۰۰ دانه در ۲۶-۶ ردیف در روی بلال تولید می‌کنند. بطور کلی وزن هزار دانه ذرت از ۴۰۰-۱۰۰ گرم متغیر است (خدابنده، ۱۳۷۱).

## ۲-۵ اکولوژی ذرت:

عوامل مختلف جوی بخصوص گرمای مناسب و رطوبت کافی دو عامل مهم اولیه جهت رشد و تولید محصول کافی و همچنین زودرسی ذرت بوده که می‌توانند اثر بسیاری در تغییرات رشد، کیفیت و کمیت آن ایفا نمایند. ذرت در تمام مناطق معتدل و حاره دنیا کشت می‌شود. این گیاه از ۵۰ درجه عرضی شمالی تا ۴۲ درجه عرضی جنوبی رشد می‌نماید (خدابنده، ۱۳۷۱). ذرت به علت داشتن ارقام بسیار متنوع می‌تواند در یک دامنه وسیعی از شرایط آب و هوایی کشت شود (کازمی اربط، ۱۳۷۶).

## ۲-۵-۱-۵ دما

ذرت یک گیاه گرمسیری است ولی نمی‌تواند آب و هوای بسیار گرم را تحمل کند. مناسب‌ترین محیط برای کشت این گیاه ناحیه‌ای است که دمای آن دست کم به مدت ۳ تا ۴ ماه متوالی در سال ۲۱ تا ۳۲ درجه سانتی‌گراد باشد (کازمی اربط، ۱۳۷۶).

درجه حرارت زیاد و رطوبت نسبی کم در هنگام گرده‌افشانی آن اثر سوء بر تلقیح و تشکیل دانه دارد. علاوه بر آن اگر در این هنگام رطوبت خاک نیز کم باشد خروج دانه گرده به تاخیر می‌افتد و بر تشکیل دانه‌ها اثر سوی خواهد داشت. گیاهان جوان ذرت بتدریج که مسن‌تر می‌شوند به درجه حرارت زیاد حساس‌تر می‌گردند. ارقام هیبرید ذرت در این مورد مقاوم‌تر از ارقام معمولی می‌باشند (کوچکی، ۱۳۷۸).

هرگاه در زمان کاشت درجه حرارت محیط بین ۶ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد باشد تولید جوانه کاهش خواهد یافت. درجه حرارت مناسب محیط برای تولید جوانه باید ۱۲ تا ۱۵ درجه و درجه حرارت خاک بخصوص در ۵ سانتی‌متری سطح خاک باید حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد باشد (خدابنده، ۱۳۷۱).

بطور کلی نیاز حرارتی ذرت‌های زودرس که طول دوره زندگی آن‌ها کوتاه است نسبت به ذرت‌های دیررس کمتر بوده و بین ۱۵۰۰ تا ۱۸۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. در مورد ذرت‌های دیررس حدود ۲۲۴۰ - ۲۳۰۰ درجه می‌باشد. بطور کلی نیاز حرارتی ذرت به شرح زیر می‌باشد:

- از کاشت تا جوانه‌زدن حدود ۱۰۰ - ۹۰ درجه سانتی‌گراد

- از تولید جوانه تا گلدهی حدود ۱۲۲۰ - ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد

- از گلدهی تا رسیدن کامل حدود ۹۸۰ - ۹۵۰ درجه سانتی‌گراد (پورصالح، ۱۳۷۳).

## ۲-۵-۲- نور

ذرت گیاهی روز کوتاه است و گل‌دهی آن در شرایط روز کوتاه تسریع می‌شود. در مناطقی که روزهای بلند دارند تعداد برگ‌ها آن افزایش یافته و اندازه بوته بزرگ می‌شود و گلدهی آن تا فرا رسیدن روزهای کوتاه به تاخیر می‌افتد. همچنین ذرت یک گیاه ۴ کرینه است و می‌تواند در صورت مساعد بودن

درجه حرارت در مقایسه با گیاهان ۳ کربنه از نور خورشید استفاده بهتری بنماید (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶).

رشد ذرت علاوه بر طول روز تحت تاثیر شدت نور و کیفیت نور نیز قرار می‌گیرد. در روزهای کوتاه و شدت روشنایی زیاد ارتفاع بوته و تعداد برگ ذرت کاهش می‌یابد و بلال‌ها در گره‌های پائین‌تر ساقه تشکیل می‌شوند (آرنون، ۱۹۷۲). راندمان فتوسنتز برگ‌ها در روزهای گرم تابستان بستگی زیادی به شدت نور دارد و با افزایش شدت نور راندمان خالص فتوسنتز کاهش می‌یابد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶).

بطور کلی یکی از عوامل محیطی بسیار مهم و موثر برای رشد و نمو، زودرسی و تولید محصول کافی در این گیاه وجود نور کافی است. بنابراین در مناطقی که در دوره رشد ذرت نور کافی وجود نداشته باشد این گیاه نمی‌تواند رشد طبیعی خود را بطور کامل انجام دهد و نه تنها دیررس خواهد شد بلکه در مورد ارقامی که جهت تولید دانه بالا یا بذرگیری کاشته شده باشند بعلت کاهش فتوسنتز بذر کافی تولید نشده و از کیفیت دانه‌ها کاسته می‌شود (خدابنده، ۱۳۷۱).

## ۲-۵-۳- رطوبت

ذرت در طول دوره زندگی خود به آب زیادی نیاز دارد و در مناطقی که میزان بارندگی به ۶۰۰ تا ۷۰۰ میلی‌متر می‌رسد و پراکندگی زمانی آن مناسب است بخوبی رشد و نمو می‌نماید. اگر چه ذرت نیاز آبی بالایی دارد ولی با مقدار آبی که مصرف می‌کند. یکی از کارآمدترین گیاهان در تولید ماده خشک است. ذرت حدود ۳۷۲ واحد وزنی در هر واحد وزن ماده خشک تولید شده آب نیاز دارد. با افزایش عملکرد راندمان مصرف آب در ذرت افزایش می‌یابد و تراکم زیادتر باعث می‌شود که در شرایط نامناسب و از نظر آب خاک کارآیی آب کاهش یابد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲).

مقدار آب مورد نیاز در طول دوره رشد تقریباً ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر است که تقریباً به نسبت مساوی بین این دو فرآیند تقسیم می‌شود (کاظمی اربط، ۱۳۷۶).

هیبریدهای زودرس ذرت در استفاده از آب برای تولید دانه کارآمدتر هستند در حالی که هیبریدهای دیررس برای تولید علوفه آب را با کارایی بیشتری مصرف می‌کنند. البته کارایی مصرف آب تصویر حقیقی را بدست نمی‌دهد و اگر چه هیبریدهای دیررس ممکن است کارایی کمتری در استفاده از آب داشته باشد ولی دانه بیشتری نسبت به هیبریدهای زودرس تولید می‌کنند (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲). بطور کلی در طول دوره رشد ذرت مرحله ظهور گل‌های نر و بلال‌ها و همچنین گرده افشانی گل‌ها مقدار تبخیر و تعرق به حداکثر خود یعنی ۷ تا ۱۰ میلی‌متر در روز می‌رسد. در طول این دوره که به دوره بحرانی موسوم است حداکثر نیاز آب همزمان با درجه حرارت بالا و رطوبت نسبی پائین هوا مصادف می‌باشد. تنش رطوبتی در طول این دوره باعث خشک شدن برگ‌های فوقانی و گل‌های نر می‌گردد و گرده افشانی بخوبی صورت نمی‌گیرد (بانکه‌ساز، ۱۳۷۳). در طول این ۵ هفته پس از ظهور گل‌های نر، مصرف آب حدود ۵۰ درصد کل نیاز آب در طول فصل می‌باشد (مساجدیان و همکاران، ۱۳۸۱). ذرت رطوبت را از ۱۵۰-۲۰۰ سانتی‌متری مصرف می‌کند و با وجودی که بیشترین رطوبت را از لایه‌های فوقانی خاک جذب می‌کند ولی رطوبت در لایه‌های عمیق‌تر نیز می‌باشد. زیرا: مانع از تنش زیاد در فواصل بین دو آبیاری می‌گردد. اگر در طول فصل رشد، بارندگی صورت نگیرد، بسته به نوع بذر هیبرید مصرفی، نوع خاک، آب وهوا، حاصلخیزی خاک و راندمان آبیاری می‌توان برنامه آبیاری را به صورت زیر تنظیم نمود:

۱- آبیاری قبل از کاشت به منظور تامین رطوبت ناحیه ریشه تا عمق ۱۵۰ سانتی‌متری در حد ظرفیت زراعی.

۲- اولین آبیاری بعد از سبز شدن گیاه، معمولا بین ۶۰-۷۰ میلی‌متر، جهت تامین رطوبت ریشه در حد ظرفیت زراعی کافی است.

۳- آبیاری پس از دو هفته یک آبیاری دیگه به مقدار ۶۰-۸۰ میلی‌متر انجام می‌شود و آبیاری بعدی به مقدار ۱۰۰-۱۱۰ میلی‌متر بعد از ۱۰ الی ۱۴ روزه دیگه صورت می‌گیرد.

۱- چهارمین آبیاری پس از سبز شدن که حدود ۸۰-۱۰۰ میلی‌متر است باید طوری انجام شود که گیاه ۶۵-۷۵ روزه باشد و به رشد کامل خود نیز رسیده باشد. این آبیاری جهت تامین رطوبت.

۲- پنجمین آبیاری و آخرین آبیاری معمولا زمانی انجام می‌شود که گیاه تقریبا ۸۰ روزه است و دانه‌ها در مرحله شیری هستند. چنین برنامه ریزی بر اساس نیاز رطوبتی یک وارسته هیبرید با طول رشد ۱۲۰-۱۱۵ روزه است که در یک منطقه کاملا خشک کشت شده باشد (چن و همکاران، ۱۹۹۶).

## ۲-۵-۴- خاک

ذرت در اکثر خاک‌های زراعی رشد و نمو دارد. ولی مناسب‌ترین خاک برای ذرت خاکی است عمیق با بافت متوسط (لومی) و زهکشی خوب و دارای قدرت نگهداری آب زیاد همچنین از نظر مواد آلی و عناصر معدنی غنی باشد (کوچکی، ۱۳۶۹). ذرت به هنگام جوانه زدن مقاوم به شوری است و با افزایش درجه شوری جوانه زدن آن ممکن است به تاخیر افتد ولی بر درصد جوانه زنی اثر سوئی نخواهد گذاشت. با این حال ذرت جزئی گیاهان حساس به شوری است و از کشت این گیاه در اراضی شور حدالامکان باید خودداری نمود (کوچکی، ۱۳۶۹). این نبات در خاک‌های اسیدی هم می‌تواند رشد نماید ولی مطلوب‌ترین pH بین ۶ تا ۷ است. ذرت در دامنه‌ای از pH ۵/۵ تا ۸ رشد می‌کند. ولی بهترین رشد در pH خنثی حدود ۶/۵ تا ۷/۵ را داراست.



کشت ذرت در خاک‌های دارای عمق کافی، نرم، قابل نفوذ، با تهویه مناسب بخوبی انجام می‌پذیرد. خاک باید از نظر آهک و هوموس غنی بوده و حرارت کافی داشته باشد. زمین‌های رسی و آهکی و زمین‌های رسی شنی با عمق کافی مناسب گیاه می‌باشد (خدابنده، ۱۳۷۱).

## ۲-۶ مواد آلی

در سال‌های اخیر استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی در کشور و عدم توجه به اهمیت و اثرات مثبت مصرف مواد آلی در بهبود حاصلخیزی خاک‌های زراعی بر عملکرد محصولات کشاورزی باعث افزایش در مصرف کودهای شیمیایی شده است. استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی علاوه بر ایجاد خسارت‌های مالی برای زارعین موجب بهم خوردن توازن عناصر غذایی در خاک گردیده و خطرات مهمی را در رابطه با آلودگی خاک و آب موجود گردیده است (افیونی و رضایی نژاد، ۱۳۷۸). هر چند استفاده از کودهای معدنی ظاهراً سریع‌ترین و مطمئن‌ترین راه برای تامین حاصلخیزی خاک به شمار می‌رود، لیکن هزینه‌های زیاد مصرف کود، آلودگی و تخریب محیط زیست و خاک نگران کننده است. بنابراین استفاده کامل از منابع گیاهی قابل تجدید موجود (آلی و بیولوژیکی) به همراه کاربرد بهینه از مواد معدنی، نقش مهمی در جهت حفظ باروری، ساختمان و فعالیت‌های حیاتی خاک ایفا می‌کند. مواد آلی به علت اثرات سازنده ای که بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک دارند، به عنوان یکی از ارکان باروری خاک شناخته شده است (کلباسی، ۱۳۷۵). در مناطق خشک و نیمه خشک جهان و از جمله ایران نه تنها برگشت ماده آلی به خاک کم است بلکه بخاطر فعالیت‌های شدید میکرواورگانیسم‌ها تجزیه آن شدیدتر می‌باشد. مقدار ماده آلی در بیش از ۶۰ درصد خاک‌های زیر کشت ایران کمتر از ۱ درصد و در بخش قابل توجهی از آن کمتر از ۰/۵ درصد است (ریگی و رونقی، ۱۳۸۲). یکی دیگر از دلایل فقر مواد آلی در خاک‌ها کمبود رطوبت و عدم اضافه کردن پسماندهای آلی به خاک می‌باشد (مشیری و مفتون، ۱۳۸۰). همچنین عوامل مدیریتی و طبیعی از دلایل موثر پائین بودن میزان ماده آلی در خاک‌های زراعی ایران

است (ریگی و رونقی، ۱۳۸۲). وجود مواد آلی با خصوصیات مختلف (بخصوص نسبت کربن به ازت آن‌ها) حتی در مقادیر جزئی می‌تواند اثرات مثبت در خواص فیزیکی شیمیایی و میکروبی خاک اعمال نماید (بنی‌همایی و ثامنی، ۱۳۸۰). در واقع مواد آلی به علت اثرات سازنده‌ای که بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی و بیولوژیکی دارند به عنوان رکن باروری خاک شناخته می‌شوند.

## ۲-۶-۱- اثرات مواد آلی بر خصوصیات شیمیایی خاک

مواد آلی منبع عناصر مختلف می‌باشند. همچنین با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی (*CEC*) و ظرفیت تبادل آنیونی (*AEC*) باعث حفظ و بقای عناصر غذایی و جلوگیری از هدر رفت آن‌ها می‌گردند. از دیگر اثرات مفید مواد آلی در خاک افزایش قدرت بافری خاک و مقابله با تغییرات سریع اسیدیته خاک می‌باشد. کودهای آلی همچنین باعث افزایش معنی‌دار ماده آلی، غلظت قابل استخراج فلزاتی چون آهن روی، مس، سرب بوسیله EDTA و مقدار قابل جذب فسفر و پتاسیم و درصد کل نیتروژن خاک می‌گردد (افیونی و رضایی نژاد، ۱۳۷۸). همچنین اثرات مثبت این مواد بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک‌های زراعی آهکی بدلیل تاثیر بر کاهش pH این خاک‌ها به اثبات رسیده است (علیزاده، ۱۳۸۰).

## ۲-۶-۲- اثرات مواد آلی بر خصوصیات فیزیکی خاک

علاوه بر اثرات شیمیایی ذکر شده تاثیر مثبتی که این مواد بر رشد گیاه دارند مواد آلی می‌توانند سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک شوند (ریگی و رونقی، ۱۳۸۲). آرایش ذرات خاک در تشکیل خاکدانه‌ها، اندازه و پایداری خاکدانه‌ها، برروی تخلخل، نفوذپذیری و مقاومت آن‌ها بسیار موثرند. بدون شک مقدار و نوع مواد آلی در خاک‌ها با دانه‌بندی مختلف دارای تاثیر متفاوتی بر پایداری خاکدانه‌ها هستند. مواد آلی بر خواص مختلف خاکی و بهبود وضعیت رشد گیاه اثرات مفید و مثبت را نشان دادند. همچنین نتایج مقایسه میانگین تیمارهای آزمایشی بر روی یک نمونه خاک اهواز نشان داد که کلیه منابع

و سطوح مواد آلی در افزایش درصد خاکدانه‌های پایدار در آب نسبت به شاهد در سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بودند (قنبری‌پور، ۱۳۸۲).

## ۲-۶-۳- اثر مواد آلی بر خواص بیولوژیکی خاک

خاک یک محیط زنده است که بسته به نوع آن در هر سانتی‌متر مکعب از آن میلیون‌ها موجود زنده از قبیل قارچ‌ها، باکتری‌ها و..... زندگی می‌کنند که مهم‌ترین نقش را در تغییر و تحول مواد آلی در خاک بر عهده دارند. با مطالعه بیولوژیکی میکرواورگانیزم‌ها خاک می‌توان دریافت که با افزایش مواد آلی خاک، محیط جهت رشد آن‌ها مساعدتر شده و بر جمعیت آن‌ها افزوده می‌شود. و فعالیت این میکرواورگانیزم‌ها باعث فرآیندهای زیر می‌گردد که خود منجر به حاصلخیزی بیشتر خاک خواهد شد:

- تولید هوموس: هوموس به دلیل خواص کلونیدی خود یکی از ارکان حاصلخیزی خاک است.

- افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاهان بخصوص در مورد فسفر

- افزایش تثبیت نیتروژن توسط باکتری‌های آزاد (ریزوبیوم‌ها)

- اکسیداسیون گوگرد و تبدیل آن به فرم قابل جذب (صالح راستین، ۱۳۵۷)

## ۲-۷- کمپوست

کمپوست یک کود آلی و حاصل تغییر و تبدیل‌های که روی انواع بازمانده‌های گیاهی و حیوانی در نتیجه توالی فعالیت‌های گروه‌های مختلف میکرواورگانیزم‌ها بوجود می‌آید به همین ترتیب فرآورده این فرآیند میکروبی یک کود محسوب می‌شود (خاوازی و ملکوتی، ۱۳۸۰).

در واقع فرآیند تولید کمپوست، فرآیند هوازی و مستلزم اکسیژن است. که در آن میکرواورگانیزم‌ها عمل تجزیه را در شرایط کنترل شده انجام می‌دهند. فرآورده‌های فرآیند تولید کمپوست شامل مقادیر زیادی از CO<sub>2</sub> می‌باشند (حقیقی ملکی، ۱۳۸۴). تولید کمپوست از زمان‌های بسیار دور، در کشاورزی سنتی اغلب کشورها با استفاده از انواع بازمانده‌های محصولات زراعی و با افزودن فضولات دام و طیور آن‌ها متداول بوده است.

## ۲-۷-۱- تولید کمپوست

تولید کمپوست (*composting*) از زمانی آغاز می‌شود که بقایا با هم مخلوط شوند در طول مراحل اولیه فرآیند، اکسیژن و ترکیباتی که به سادگی تجزیه می‌شوند، بوسیله میکرواورگانیزم‌ها با سرعت مصرف می‌شوند، دمای توده به طور مستقیم به فعالیت میکرواورگانیزم‌ها مربوط می‌شود و شاخص بسیار مناسبی برای تعیین چگونگی فرآیند تولید کمپوست درون توده است. دمای توده عموماً الگوی خاصی را دنبال کرده و تا دمای ۱۴۰-۱۲۰ فارنهایت افزایش می‌یابد اما با رسیدن به این دما برای چندین هفته در همین دما بسته به شرایط می‌ماند. اگر تولید فعال کمپوست کاهش یابد دما بتدریج نیز کاهش خواهد یافت (حقیقی ملکی، ۱۳۸۴).

بعد از مرحله فعال تولید کمپوست، مرحله کند تولید کمپوست اتفاق می‌افتد. در طول این مرحله مواد همچنان در حال تبدیل به کمپوست هستند. اما فرآیند کندتر رخ می‌دهد و در طول این مرحله مواد همچنان می‌شکنند تا اینکه موادی که براحتی توسط میکرواورگانیزم‌ها تجزیه و مصرف می‌شوند، به پایان برسند. در این مرحله کمپوست تبدیل به ماده‌ای نسبتاً پایدار و قابل کنترل می‌شود (حقیقی ملکی، ۱۳۸۴).

## ۲-۷-۲- نقش کمپوست در رشد و عملکرد گیاه

امروزه با کاربرد مواد غنی از مواد آلی همچون کود دامی، لجن فاضلاب و کمپوست برای افزایش ماده آلی، بهبود ساختمان و حاصلخیزی خاک به عنوان یک روش معمول و موثر مورد استفاده می‌باشد (اینتری و همکاران، ۱۹۹۷). در این خصوص استفاده از این مواد بدلیل ماهیت آلی بودنشان بسیاری از خصوصیات مطلوب را سبب می‌شود که علاوه بر حفظ خاک جایگاه بهتری را برای رشد گیاه فراهم می‌کند (خیام باشی و افیونی، ۱۳۸۲). آزمایشات بسیاری در تعیین قابلیت انواع کمپوست در بهبود رشد گیاه و عملکرد بهتر محصولات کشاورزی صورت گرفته است. در بررسی اثر کاربرد کمپوست ضایعات کشاورزی بر عملکرد کاهو گلخانه‌ای نشان داد که افزایش میزان کمپوست سبب بهبود رشد گیاه گردید و کاربرد کمپوست ضایعات کشاورزی تاثیر مثبتی در زودرسی گیاهان داشته و بین عملکرد و کاربرد کمپوست رابطه مثبت و معنی‌داری دیده شد. آن‌ها همچنین بین عملکرد گیاه و نوع کمپوست مورد استفاده نیز رابطه معنی‌داری مشاهده کردند و نتایج این آزمایش نشان داد که عملکرد در تیمارهایی که از کمپوست ضایعات چای برای اصلاح بستر کاشت استفاده شده بود در مقایسه با تیمارهایی که از کمپوست پوست درختان استفاده شده بود بیشتر بود (حسن‌دوخت و مستوی، ۱۳۸۴). مصرف کمپوست به میزان ۵ تن در هکتار در ۳ سال استفاده از آن باعث افزایش محصول بیش از تیمارهای دیگر گردید. که علت آن وجود مواد آلی فراوان در کمپوست و داشتن عناصر کم مصرف و پر مصرف ذکر گردید (حقیقی ملکی، ۱۳۸۴). کاربرد کمپوست ساخت بشر باعث افزایش حاصلخیزی و فعالیت میکروبی خاک می‌گردد (اسپیرا و همکاران، ۲۰۰۴). اضافه کردن شیرابه کمپوست باعث افزایش عملکرد ذرت از ۸ تن در هکتار تیمار شاهد به ۱۲ تن در هکتار گردیده است. همچنین اینکار باعث افزایش طول بلال و تعداد دانه تشکیل شده در هر بلال می‌گردد (گندمکار و کلباسی، ۱۳۷۵). با بکار بردن سطوح مختلف کمپوست لجن فاضلاب (۱،۲۲ و ۴۴ تن در هکتار) در چهار pH (۵/۳ تا ۷/۲) در سه خاک به گندم را در شرایط

گلخانه‌ای کشت کردند، آن‌ها مشاهده نمودند در تمامی خاک‌ها با افزایش سطوح کمپوست، عملکرد ماده خشک کاهش یافت. این پژوهشگران کاهش عملکرد ماده خشک را معلول نسبت بالای کربن به ازت در نتیجه کمبود ازت می‌دانند (سیمز و کلاین، ۱۹۹۱). تاثیر کمپوست اصفهان را بر روی رشد (عملکرد ماده خشک) گیاه جو در دو خاک کوشک و زینل مورد بررسی قرار دادند، نشان دادند با افزایش سطوح کمپوست تا سطح ۱۰ گرم کمپوست در کیلوگرم خاک، عملکرد ماده خشک جو افزایش یافت ولی در سطوح ۲۰، ۴۰، ۶۰ گرم در کیلوگرم خاک، عملکرد ماده خشک رو به کاهش نهاد. دلیل کاهش عملکرد ماده خشک را احتمالاً به دلیل نسبت کربن به ازت بالای کمپوست ارتباط دادند. زیرا مواد دارای نسبت کربن به ازت بالا پس از اضافه شدن به خاک موجب غیر پویایی شدن ازت بومی خاک و ازت اضافه شده، می‌گردند به طوری که در سطح ۱ درصد این اثر منفی ضعیف بوده و از طرف دیگر بهبود وضعیت فیزیکی خاک و احتمالاً آزاد شدن عناصر ضروری از کمپوست نظیر فسفر و پتاسیم و عناصر کم مصرف نیز بر رشد جو تاثیر مثبت گذاشته است. ولی در سطوح بالا غیر پویایی شدن با شدت بیشتری صورت گرفته است که اثرات مثبت عوامل یاد شده را در بالا تحت الشعاع قرار گرفته و لذا موجب کاهش رشد گردیده است (چرآتی آرائی، ۱۳۷۵). این نتایج کاملاً با نتایج بدست آمده توسط برخی پژوهشگران مطابقت دارد (سیمز و کلاین، ۱۹۹۱).

### ۲-۷-۳- تاثیر کمپوست بر روی برخی خصوصیات شیمیایی خاک

در مریلند افزایش قابلیت هدایت الکتریکی خاک از ۰/۴۱ دسی زیمنس بر متر به ۵/۵ دسی زیمنس بر متر در نتیجه کاربرد ۲۴۰ تن کود کمپوست در هکتار را ناشی از غلظت بالای کلسیم، منیزیم و کلر در کود کمپوست گزارش شده است (اپسیتن، ۱۹۷۵). با افزودن کمپوست لجن و کمپوست زباله به نسبت ۱:۱ حجمی، فسفر قابل جذب خاک از ۱۰۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ۱۳۵ و ۱۵۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم افزایش یافت (الکساندر و همکاران، ۱۹۹۹). معمولاً عناصر غذایی که در مقادیر زیاد مورد نیاز گیاهان

است دارای غلظت کم در محلول خاک می‌باشند. این امر مخصوصا در مورد فسفات و یون پتاسیم صادق است در صورتیکه مجموع مقادیر مورد نیاز گیاهان به این دو عنصر غذایی قابل ملاحظه می‌باشد. این امر نشان می‌دهد که خروج این عناصر غذایی از محلول خاک توسط گیاهان باید به طریق مناسب جایگزین شود (سالاردینی و مجتهدی، ۱۳۷۲). کمپوست با بالا بردن مقدار ماده آلی خاک، اکسایش و فساد ماده آلی و pH در حد خنثی سبب افزایش حلالیت گونه‌های منگنز در خاک گردیده است (ملکوئی، ۱۳۷۸). افزایش غلظت منگنز قابل جذب خاک را با استفاده از تیمار ۶۰ تن در هکتار کمپوست از ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شده است (آنتونارس و آلولی، ۲۰۰۳).

## ۸-۲ ورمی کمپوست

*Vermis* معادل لاتین کلمه کرم می‌باشد و تولید ورمی کمپوست نیز اصولا توسط کرم‌ها است (آس‌اچ و بوت برک، ۱۹۸۲). این همان ماده آلی است که چارلز داروین طبیعی‌دان مشهور از آن به عنوان کود گیاهی نام برده (صالح راستین، ۱۳۵۷). در حقیقت در طبیعت اطراف ما تمام مواد آلی در نهایت به طور طبیعی تجزیه می‌شوند اما فرآیند تولید ورمی کمپوست به این روند سرعت بخشیده می‌شود و به یک نتیجه مطلوب که همان تولید در نوع کرم می‌باشد دست یافت (آس‌اچ و بوت برک، ۱۹۸۲). در واقع *Vermicomposting* یا عمل *Composting* بوسیله کرم‌ها یک تکنیک موفق برای بازگرداندن بقایا به چرخه غذایی حتی در مکان‌ها کوچک مانند آپارتمان‌ها می‌باشد ماده حاصله که به نام ورمی کمپوست شناخته می‌شود ماده‌ای است که ظاهری کاملا متفاوت از مواد اولیه خود دارد (دیکرسون، ۱۹۹۴). ورمی کمپوست شامل مقدار زیادی مواد آلی، سیلت، رس و مقدار زیادی عناصر غذایی و اغلب از نوع قابل دسترس آن‌ها می‌باشند. ورمی کمپوست‌ها همچنین غنی از هورمون‌های رشد و ویتامین‌ها بوده و بعنوان بیواسیدهای قوی بر علیه بیماری‌ها و نماتدها عمل می‌کنند در مقایسه با مواد اولیه خود ورمی کمپوست‌ها دارای نمک‌های محلول بیشتر، CEC بزرگتر و محتوی اسیدهای هومیک بیشتری می‌باشند. در بسیاری از

موارد نمی‌توان مواد آلی را بطور مستقیم در مجاورت گیاه و ریشه‌های آن استفاده کرد. چرا که پدیده‌هایی مانند سمیت عناصر غذایی، غیر فعال شدن نیتروژن و محتوی بالای نمک‌ها مانعی بر سر راه‌اند. اما *Vermicomposting* این مواد را به حالت پایدار در آورده و از این پدیده‌ها جلوگیری می‌کند و در طول عمل تولید ورمی‌کمپوست توسط کرم‌ها بوی بد مواد و بقایای آلی از بین رفته، سرعت تجزیه آن بالا رفته و خواص فیزیکی و شیمیایی این مواد تغییر می‌کند و مواد آلی ناپایدار به طور هوازی اکسید شده و به حالت پایدار در می‌آیند (ادوارد و لفتی، ۱۹۷۲).

## ۹-۲- فواید ورمی‌کمپوست

### ۹-۲-۱- تاثیر در خصوصیات بیولوژیکی خاک

میکروفلور خاک‌هایی که بوسیله کرم‌ها فرو برده می‌شوند از لحاظ کمی و کیفی تغییراتی پیدا می‌کنند. در خاک‌های برگردانده شده، بعضی از باکتری‌ها مثل باسیلوس سرئوس<sup>۱</sup> از بین می‌روند. تعداد ازتوباکتر کاهش یافته، برعکس گروهی از باکتری‌ها بخصوص هتروتروف‌ها تولیدکننده ویتامین B<sub>12</sub> و باکتری‌های تولیدکننده آمونیاک و نیترات زیاد می‌شوند. تعداد و فعالیت اکتینیومیست‌ها بطور مشخص بالا می‌رود (گستل و برمن، ۱۹۸۸). هوموس موجود در فضولات کرم، سموم، قارچ‌ها، جلبک‌ها و باکتری‌ها مضر را در خاک را از بین می‌برد. بنابراین قابلیت مبارزه کردن با بیماری‌های گیاهی را دارد. از لحاظ کمی، تعداد کل موجودات ذره‌بینی بشدت زیاد می‌شود. بطوریکه در نمونه خاک دارای کرم‌های متعدد، گاهی تعداد میکرواورگانیزم‌ها به چهار تا پنج برابر نمونه خاک فاقد این جانوران می‌رسد (صالح راستین، ۱۳۵۷).

---

1- Bacillus cereus



ورمی کمپوست شامل یک مخلوط بیولوژیکی بسیار فعال از باکتری‌ها، آنزیم‌ها بقایای گیاه، کود حیوانی، کپسول‌های کرم خاکی می‌باشد. بطوریکه همچنان عمل تجزیه در خاک ادامه می‌یابد و فعالیت میکروبی پیشرفت می‌کند. همچنین دکتر کلایو ادموند در پی تحقیقی که انجام داده است، اظهار دارد فعالیت میکروبی در فضولات کرم‌ها ۲۰-۱۰ برابر بیشتر از خاک و ماده آلی است که کرم‌ها بلعیده است. در ضمن ورمی کمپوست حاوی هورمون‌های رشد، آنزیم‌های مختلف و جمعیت میکروبی غنی می‌باشد (صالح راستین، ۱۳۵۷).

## ۲-۹-۲- تاثیر بر قابلیت جذب عناصر

طی تحقیقاتی پژوهشگران پی بردند ورمی کمپوست از عناصر ضروری برای رشد گیاه مثل نیترات، فسفر، منیزیم، پتاسیم و کلسیم تشکیل شده‌اند. و همچنین حاوی آهن، منگنز، روی، و مس نیز می‌باشد. مهم‌تر از همه اینست که همه این عناصر بفرم قابل استفاده برای گیاه و محلول در آب هستند. هوموس موجود در ورمی کمپوست یکی از ترکیبات پیچیده‌ای است که در طول تجزیه مواد آلی تشکیل می‌شود و یکی از ترکیبات آن اسید هومیک می‌باشد که مکان‌هایی برای جذب عناصر غذایی در اختیار دارد. این عناصر غذایی در مولکول‌های اسید هومیک به فرم قابل استفاده برای گیاه جذب می‌شوند در موقع نیاز گیاه آزاد می‌شوند (کال، ۱۹۹۲). یکی از دلایل دیگر که برای افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی در ورمی کمپوست ارائه داد اینست که ورمی کمپوست بدلیل خاصیت تامپونی از تغییرات بیش از حد pH که اختلال در جذب عناصر غذایی از خاک توسط گیاه را به دنبال خواهد داشت جلوگیری می‌کند. در تحقیقی جذب زیاد پتاسیم از ورمی کمپوست در گوجه فرنگی موجب بروز علائم کمبود کلسیم در میوه می‌گردد (هامی و هوتا، ۱۹۸۷).

در یک مقایسه‌ای که بین ورمی کمپوست و ۱۵ سانتی‌متری خاک سطحی از جهت قابلیت جذب عناصر ازت، پتاسیم، کلسیم انجام شده است نتایج زیر بدست آمده است:

- نیتروژن قابل جذب ۵ برابر
- پتاسیم قابل جذب ۷ برابر
- کلسیم قابل جذب ۰/۵ برابر ۱۵ سانتی‌متری خاک سطحی می‌باشد.

یکی دیگر از مزایای ورمی کمپوست کند رها بودن آن است زیرا در عین حال که ماده آلی از میان دستگاه گوارش کرم خاکی عبور می‌کند. یک لایه نازکی از چربی بر روی آن‌ها رسوب کرده، این لایه در طی دو ماه فاسد شده و خاصیت خود را از دست می‌دهد. بنابراین اگر چه عناصر غذایی برای گیاه فوراً قابل استفاده هستند آن‌ها در یک مدت طولانی‌تر به آهستگی آزاد می‌شوند. همچنین ورمی کمپوست توانایی تثبیت فلزات سنگین موجود در بقایای آلی را دارد. این امر مانع جذب بیش از حد عناصر غذایی مورد نیاز گیاه توسط آن می‌شود و این ترکیبات زمانی که گیاه به آن نیاز دارد به تدریج آزاد می‌شود.

### ۲-۹-۳- تاثیر ورمی کمپوست بر روی رشد گیاه

در بسیاری از موارد اثرات مثبت ورمی کمپوست روی رشد گیاه گزارش شده است که می‌تواند به دلایل مختلفی از قبیل خصوصیات نگه‌داری آب، دارا بودن عناصر فراوان، دارا بودن خواص فعالیت‌های بیشتر هورمون‌های گیاهی مانند خواص بهبود جوانه زنی، همچنین بهبود جذب عناصر غذایی می‌باشد (ریگی و رونقی، ۱۳۸۲). تحقیقی در مورد اثر ورمی کمپوست‌ها روی رشد گیاه انجام شد است که نشان‌دهنده این مطلب بوده که ورمی کمپوست به طور معنی‌داری باعث افزایش توان رشد و جوانه‌زنی گیاهان می‌گردد (آتیه و همکاران، ۲۰۰۰).

با افزودن ۵-۱۰ درصد ورمی کمپوست کود دامی به محیط کشت، وزن خشک نهال‌های گوجه‌فرنگی به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (آتیه و همکاران، ۲۰۰۰). اثر درصدهای مختلف ۰-۱۰-۲۰ درصد ورمی کمپوست کود دامی خوک را بر روی برخی پارامترهای رشد مانند جوانه‌زنی دانه‌ها، شاخص سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه‌ها در دو گیاه گل همیشه بهار و گوجه فرنگی بررسی گردید. در این بررسی در گل همیشه بهار بیشترین مقدار وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و شاخص سطح برگ در استفاده از ۱۰ درصد از ورمی کمپوست بیش از سایر موارد گزارش شد. اما در مورد گوجه فرنگی افزودن ۲۰ درصد از ورمی کمپوست مقادیر بالاتر در سه پارامتر ذکر شده نشان داد (بچمن و متزگر، ۱۹۹۸). هنگام استفاده از درصدهای مختلف ۲۵-۲۰-۱۵-۱۰-۵ درصد از ورمی کمپوست و کمپوست، در دو خاک کرج و دماوند حداکثر افزایش وزن خشک اندام هوایی گیاه را برای کمپوست با کاربرد ۱۵ درصد و برای ورمی کمپوست با کاربرد ۱۰ درصد از آن در هر دو نمونه خاک دماوند و کرج گزارش شده است (اکبریان، ۱۳۸۰).

محققین اثر ورمی کمپوست را بر روی رشد و عملکرد دو گیاه خیار و شبدر قرمز مورد بررسی قرار دادند، آن‌ها گزارش نمودند که خاک اصلاح شده با ۱۰ یا ۵۰ درصد ورمی کمپوست بطور معنی‌دار عملکرد ماده خشک شبدر قرمز و خیار را نسبت به شاهد افزایش یافته است (ساینز و همکاران، ۱۹۹۸).

## ۲-۱۰ کود حیوانی

کودهای دامی یکی دیگر از منبع مواد آلی هستند که کاربرد آن اثرات مفیدی بر خواص فیزیکی خاک، شامل افزایش نفوذپذیری، کاهش وزن مخصوص ظاهری، افزایش قدرت نگهداری آب، بهبود فعالیت میکروبی و نیز افزایش مواد غذایی موجود در خاک دارد (سعیدنژاد و رضوانی مقدم، ۱۳۸۹). کودهای دامی مهم‌ترین منشاء تولیدکننده هوموس در خاک می‌باشد. کود دامی علاوه بر عناصر پر

مصرف از عناصر کمیاب یا کم مصرف نیز غنی می‌باشد. مقداری کودی که هر راس دام در سال تولید می‌نماید بر حسب دام متغیر و متفاوت می‌باشد. طبق محاسبات انجام شده به صورت متوسط هر دام در سال به طور متوسط ۲۰ برابر وزن خود در سال کود تولید می‌نماید (سعیدنژاد و رضوانی مقدم، ۱۳۸۹).

پژوهشگران بیان نمودند استفاده از کود حیوانی به صورت مستقیم بر معدنی شدن کربن و نیتروژن خاک اثر می‌گذارد. اگر کود حیوانی در برهه زمانی طولانی مدت تهیه شده باشد. محتوای مواد آلی خاک، تخلخل خاک و فعالیت میکروبی را افزایش و میزان جرم مخصوص ظاهری خاک را کاهش می‌دهد (میخا و ریس، ۲۰۰۴). کود حیوانی می‌تواند اثرات کوتاه مدت و دراز مدت داشته باشد اثر کوتاه مدت در ارتباط با سله سطحی است که در ابتدای بارندگی یا آبیاری تشکیل شده و همین امر باعث می‌شود که هدر روی زیاد و میزان نفوذپذیری کم شده و توالی رواناب تولیدی زیاد شود. میزان هدر روی بستگی به زمان بارندگی یا آبیاری بعدی دارد اگر سله تشکیل شده باشد و بلافاصله از کود حیوانی به ویژه مایع استفاده شود در صورتی که بارندگی هم زیاد باشد بدترین حالت است چون بیشترین هدر روی را در این حالت مشاهده کرد. اما اثر طولانی مدت آن بر ساختمان خاک و خصوصیات هیدرولیکی خاک است که می‌تواند این خصوصیات را بهبود و میزان هدر روی آب و عناصر غذایی و تولید رسوب را کاهش می‌دهد (تلن و همکاران، ۲۰۱۰)، که با نظریات برخی محققین هماهنگی دارد (شیرانی و همکاران، ۲۰۰۲). کود حیوانی باعث افزایش مواد آلی در خاک شده و در نتیجه میزان مواد آلی خاک را افزایش می‌یابد (ملک و همکاران، ۲۰۱۰). براساس تحقیقات صورت گرفته توسط برخی محققین این نتایج بدست آمده است که در خاک‌های ایران میزان ماده آلی کمتر از ۱ درصد است و از نظر خصوصیات فیزیکی مناسب نیست، بنابراین اضافه کردن کود حیوانی می‌تواند بر خصوصیات فیزیکی و عملکرد گیاهی نقش داشته باشد و میزان عملکرد افزایش پیدا می‌کند. استفاده از کود حیوانی به همراه کود NPK می‌تواند میزان

خاکدانه‌های درشت (۲۰ تا ۱۰۰۰ میکرون متر) را افزایش می‌دهد. اما اگر به تنهایی از کود NPK استفاده شود تأثیری بر مواد آلی خاک و خاکدانه‌ها مشاهده نمی‌شود (باندی اوپادهیای و همکاران، ۲۰۱۰).

هر نوع تغییر در نوع و مقدار و نوع ماده آلی ورودی به خاک مستقیماً بر ساختمان خاک و جوامع میکروبی می‌تواند اثر داشته باشد (لیو و همکاران، ۲۰۱۰). به دلیل اهمیت حاصلخیزی، نگه‌داشت عناصر غذایی در اکوسیستم‌های کشاورزی و نگه‌داشت کربن آلی به صورت قابل توجهی یکی از استراتژی‌ها و مدیریت‌هایی است که از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد (پاولسون و همکاران، ۲۰۰۸).

## ۲-۱۰-۱- کود حیوانی دو دسته مهم را تشکیل می‌دهند

دسته اول کودهایی که از فضولات حیوانی بدست می‌آید. مانند کودهای اصطبل‌ی که درصد زیادی از کودهای آلی مصرفی دنیا را تشکیل می‌دهند و اهمیت آن نسبت به سایر کودهای حیوانی آنقدر زیاد است که تقریباً زارعین منظورشان از کود حیوانی، کود اصطبل‌ی است. دوم کودهایی که از مرده تمام یا قسمتی از بدن حیوانات مانند خون، شاخ، مو و استخوان بدست می‌آیند (سالار دینی، ۱۳۷۱). افزایش مواد آلی در خاک‌های زراعی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و حلالیت برخی از عناصر غذایی از جمله کلسیم، منیزیم و پتاسیم را بهبود می‌بخشد (ملکوتی، ۱۳۷۸).

درصد مواد غذایی کود حیوانی و کیفیت فیزیکی آن به عوامل مثل نوع دام، تغذیه دام، مواد بستری، میزان پوسیدگی کود بستگی دارد. کود حیوانی را به مقدار ۲۰-۵۰ تن در هکتار به خاک می‌دهند و بایستی حداقل یک ماه قبل از کاشت آن را با خاک سطحی مخلوط نمود (خواجه‌پور، ۱۳۶۵).

## ۲-۱۱ تاثیر کود دامی بر روی رشد گیاه

مصرف کود دامی به مقدار زیادی در یکسال در مقایسه با کاربرد سالانه آن به مقدار کم، تاثیر بیشتری در حفظ کربن و ازت خاک داشته است. مصرف کود دامی به دلیل افزایش دادن EC خاک، باعث سوزاندن تعدادی از بذور و در نتیجه کاهش عملکرد گیاه شده است (نورقلی‌پور و همکاران، ۱۳۸۲). کود حیوانی و یا کمپوست، حاوی نمک‌های محلول نسبتا بالایی است. استفاده مکرر از آن‌ها و یا در مقادیر زیاد، می‌تواند شوری خاک را تشدید کند و مانع رشد گیاه شود البته این بستگی به مقاومت گیاه به شوری، شوری اولیه خاک و وضعیت عناصر غذایی خاک دارد (اسمیت و همکاران، ۲۰۰۱)، که با نظریات برخی پژوهشگران مطابقت دارد (وانگ و همکاران، ۱۹۹۹). شوری ناشی از کلرید سدیم، باعث کمبود آهن در گیاه می‌شود (کلباسی و همکاران، ۱۹۸۸). کاربرد ۳٪ کود مرغی و ۲٪ کمپوست زیتون در خاکی که ماده آلی اولیه آن ۱/۵ درصد بوده و روی گیاه سیب‌زمینی که حساس به شوری است اثر مثبتی نداشت (داوید و پیلاربرنال، ۲۰۰۶).

شوری به فرآیندهای اساسی داخل سلول از جمله تقسیم سلولی، رشد و توسعه سلول آسیب وارد می‌کند که این امر فرآیندهای اساسی رشد و نمو گیاهان است (زهو، ۲۰۰۱).

## ۲-۱۲ روی در خاک

فلز روی بطور طبیعی بصورت کانی‌های سولفاتی، سیلیکاتی و کربناتی در پوسته زمین وجود دارد و فراوانی متوسط آن در بین ۷۰ تا ۸۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است. میزان حلالیت این کانی‌ها به pH خاک وابسته است (مجیدی و ملکوتی، ۱۳۷۸). بیشتر سنگ‌هایی که در کره زمین یافت می‌شوند دارای مقادیری روی می‌باشند و بخصوص در سنگ‌های رسوبی، مقادیر بیشتری از روی یافت می‌شود. کمبود روی در گیاهان زراعی یکی از معمول‌ترین انواع کمبود در زمین‌های زراعی کشاورزی می‌باشد و بسیاری از

خاک‌های زراعی در تامین مقادیر کوچک روی مورد نیاز گیاه ناتوان می‌باشد. روی بطور معمول بفرم یون دو ظرفیتی  $Zn^{+2}$  توسط گیاه جذب می‌شود اما در خاک‌هایی با pH بیشتر، به صورت  $Zn(OH)_2^+$  جذب می‌گردد.

## ۲-۱۳ نقش روی در گیاه

نقش روی در رشد گیاه و جذب آن توسط گیاه اولین بار توسط ژاوالیر (۱۹۱۲) شناخته شد. او تشخیص داد که این عنصر در ساختمان محرک‌های رشد گیاه وجود دارد. روی در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی گیاه نقش کاتالیزوری فعال کننده و یا ساختمانی دارد و در ساخته شدن و تجزیه پروتئین‌ها در گیاه نیز دخیل است (مجیدی و ملکوتی، ۱۳۷۸).

گیاهانی که مبتلا به کمبود فلز روی هستند از نظر فاکتورها، تنظیم‌کننده رشد نیز دچار کمبودند. در پروفیل خاک قسمت عمده روی قابل جذب گیاه در لایه‌ای یافت می‌شود که دارای بیشترین مقدار مواد آلی است. بدلیل تحرک کمتر فلز روی گیاه علائم کمبود آن عمدتاً در برگ‌های جوان به صورت ریزبرگی و کچلی و کوچک شدن میان‌گره‌ها سر شاخه شروع می‌شود (مجیدی و ملکوتی، ۱۳۷۸). اگر چه سطوح روی بر وزن ماده خشک گیاه تاثیر معنی‌داری نداشت اما غلظت روی در خاک و گیاه و کل روی جذب شده توسط گیاه در نتیجه کاربرد روی افزایش یافت (رشیدی، ۱۳۷۷). بر خلاف این چنین نتیجه‌ای بدست آمد، که سولفات روی باعث تولید حداکثر وزن خشک گیاه می‌شود. در حالی که در خصوص غلظت روی و کل روی جذب شده توسط گیاه کلات روی دارای تاثیر بیشتری است. گر چه در سطوح روی مصرفی بر وزن ماده خشک فاقد تاثیر بود (معافپوریان، ۱۳۷۳).

مصرف عناصر کم مصرف تولید و عملکرد دانه ذرت، در مقایسه با شاهد به مقدار قابل توجهی افزایش می‌دهد و این افزایش در مورد مصرف آهن و روی چه قبل از کاشت و چه به صورت سرک در

مقایسه با مصرف منگنز و مس مشهودتر می‌باشد (ملکوتی، ۱۳۷۹). سولفات روی با مصرف ۸۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش عملکرد دانه ذرت نسبت به شاهد گردید. همچنین سولفات روی موجب افزایش درصد چوب بلال به دانه گردید (رشیدی، ۱۳۸۳). بهترین راه جبران کمبود روی در سطح الارض خاک را، مخلوط خاک با لجن یا فاضلاب دانسته است. همچنین کاربرد روی ممکن است از طریق اسپری‌های شاخ و برگ با کاربرد ۰/۵ درصد سولفات روی محلول به نسبت ۲۰ تا ۳۰ کیلوگرم در هکتار اصلاح شود. با این وجود چون مهیا کردن این محلول در مزرعه مشکل است بنابراین استفاده از ZnEDTA یا دیگر منابع محلول روی می‌تواند موثر واقع شود (میچل و دونالد، ۱۹۹۸). کاربرد نواری روی همراه با بذر ذرت می‌تواند برای ۳ تا ۵ سال کافی بوده و علاوه بر آن از کاهش عملکرد جلوگیری می‌کند. البته بهترین راه برای جلوگیری از کاهش عملکرد ذرت مصرف روی به صورت کلات به مقدار ۱/۱۱ تا ۲/۱ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (هارد، ۲۰۰۳). عملکرد دانه ذرت با اعمال تیمار محلول پاشی عنصر روی بر برگ افزایش می‌یابد (مک کرا و متس، ۱۹۹۷). غلظت‌های متفاوت روی بر گیاه لوبیا را مورد مطالعه قرار دادند آن‌ها برای این منظور از نمک سولفات روی در محلول غذایی گیاه لوبیا با غلظت‌های ۲۵،۰ ، ۵۰ ، ۷۵ ، ۱۵۰، ۲۵۰، ۳۵۰، ۴۵۰ و ۵۵۰ میکرو مولار استفاده نمودند. نتایج نشان داد که تیمار روی در غلظت‌های بالاتر از ۷۵ میکرو مولار به طور معنی‌داری وزن تر و خشک گیاه، طول ریشه، ارتفاع ساقه و میزان قند محلول را کاهش می‌دهد ولی در مقابل محتوی قند نامحلول و نشاسته را افزایش می‌دهد (خاوری‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۰). طی تحقیقی که بر روی گندم تریتیکاله انجام شد این نتایج حاصل شد که عملکرد بیولوژیکی، وزن کاه، عملکرد اقتصادی در تیمار کودی ۴۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی نسبت به تیمار کودی ۶۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر بوده است (بیراوند و همکاران، ۱۳۸۹).



## ۲-۱۴ کمبود روی

کمبود روی در گیاهان برای سال‌های متمادی وجود داشته. اطلاعات بدست آمده بسیاری نشان می‌دهد که با افزایش pH، انحلال پذیری روی کاهش می‌یابد. برای شناسایی یک فاز جامد بخصوص که انحلال پذیری روی را کنترل نماید مشکل بوده است اما با افزایش pH، جذب روی بوسیله گیاهان کاهش می‌یابد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸). محتمل‌ترین حالتی که باعث کمبود روی در گیاهان می‌گردد وجود مقادیر زیادی  $\text{CaCO}_3$  آزاد و همچنین کمبود مواد آلی در خاک‌های معدنی می‌باشد. در واقع pH بالا و حضور  $\text{CaCO}_3$  به مقدار زیادی از عوامل کمبود روی است که در خاک‌های آهکی مشاهده می‌شود. همچنین وجود مقادیر زیاد برخی عناصر غذایی مانند آهن نیز از جذب فلز روی بوسیله گیاهان جلوگیری می‌کند که این امر ارتباط عملکرد آهن در گیاه با ذخیره روی در فعالیت‌های متابولیسمی گیاه می‌باشد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸). از بین نوع‌های معدنی روی محلول خاک در pH کمتر از ۷/۷،  $\text{Zn}^{+2}$  در pH های بالاتر بین ۷/۲ تا ۹/۱ گونه  $\text{ZnOH}^+$  گونه‌های غالب به شمار می‌روند. جفت یون  $\text{Zn(OH)}^+$  تنها در pH های بالاتر از ۹ دارای اهمیت است. اهمیت ماد آلی در حفظ روی قابل استفاده با بروز کمبود روی در مناطقی که خاک سطحی از بین رفته است نشان داده شده است. نابودی خاک سطحی ممکن است در خلال تسطیح اراضی برای آبیاری یا در زمان نصب خطوط زهکشی به وقوع بپیوندد. این تاثیر ممکن است. مربوط به اثر pH نیز باشد. در بسیاری از محصولات وجود سطوح زیاد فسفر در خاک نیز باعث تشدید کمبود روی می‌گردد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸).

## ۲-۱۵ منابع روی

توصیه روی بعنوان عنصر ضروری برای گیاهان، اولین بار توسط لیمپون (۱۹۲۸) انجام شد و پس از آن با تلاش دانشمندان استفاده از منابع مختلف روی از جمله نمک‌های معدنی روی به عنوان منبع این عنصر کم مصرف برای بهبود و توسعه رشد گیاه انجام می‌گرفت (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸).

سولفات روی بدون آب ( $ZnSO_4$ ) ۳۵ درصد روی خالص، سولفات روی آبدار معمولی ( $ZnSO_4 \cdot 2H_2O$ ) ۲۴ درصد روی، اکسید روی با حدود ۹۵ درصد روی خالص، کمپوست زباله شهری با ۲ درصد و سکوسترین روی با ۱۴ درصد روی از مهم‌ترین منابع کودی روی می‌باشند. سولفات روی به دلیل حلالیت در آب، سهولت مصرف و تولید تجارتي در داخل کشور بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نمک روی را به فرم قابل جذب در اختیار گیاه قرار می‌دهد. استفاده از سولفات روی در خاک‌های دارای pH قلیایی بیشتر توصیه شده است. چون در این شرایط قابلیت استفاده از روی حاصل از اکسید روی کاهش می‌یابد. کلات روی Zn-EDTA با حدود ۱۴ درصد روی نیز از منابع کودی روی است. این کود نسبت به کودهای معدنی روی گران‌تر بوده ولی راندمان و کارایی جذب آن توسط گیاه در برخی شرایط چند برابر بیشتر از سولفات روی است. ولی نظر به امکان تولید سولفات روی، اکسید روی و ورمی‌کمپوست در داخل کشور نیازی به کلات روی نخواهد بود (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸). همچنین نتایج نشان می‌دهد که کاربرد کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست و کمپوست باعث افزایش جذب عناصر ریز مغذی مانند روی می‌گردد. کاربرد کمپوست در یک آزمایش گلخانه‌ای سبب افزایش دسترسی روی برای گیاه می‌گردید که دلیل آن می‌توان معدنی شدن ترکیبات آلی نگه‌دارنده روی می‌باشد.

# فصل سوم

مواد و روش‌ها



### ۳- اموقعیت محل و زمان اجرای آزمایش

این آزمایش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در اسفندقه واقع در حومه جیرفت استان کرمان اجرا شد. شهرستان جیرفت با طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۴۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۳۵ دقیقه و با ارتفاع ۶۲۵/۶ متر از سطح دریا در ۲۴۵ کیلومتری جنوب شرقی کرمان واقع شده است. با توجه به آمار هواشناسی میانگین میزان بارندگی سالیانه ۱۳۰ میلی‌متر در سال‌های پر باران به ۴۵۰ میلی‌متر و در سال‌های کم باران به ۷۰ میلی‌متر می‌رسد. رطوبت نسبی متوسط ۵۵ تا ۶۵ درصد و حداکثر درجه حرارت ۴۸ درجه سانتی‌گراد و حداقل درجه حرارت ۱ درجه سانتی‌گراد در جلگه جیرفت می‌باشد. متوسط ارتفاع شهرستان جیرفت در مناطق جلگه و کوهستانی ۱۱۰۰ متر از سطح دریا و میانگین درجه حرارت در مناطق جلگه‌ای ۲۰ و در مناطق کوهستانی به ۱۷ درجه سانتی‌گراد و حداکثر مطلق در مناطق جلگه‌ای و کوهستانی به ترتیب ۵۰ و ۳۲ درجه سانتی‌گراد و حداقل مطلق نیز به ترتیب ۲ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

### ۳-۲ خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش و برخی خصوصیات ورمی‌کمپوست، کمپوست و

#### دامی مورد استفاده در آزمایش

قبل از انجام آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک به طور تصادفی نمونه‌گیری شد و به منظور تعیین ماده آلی، فسفر، پتاسیم، pH، قابلیت هدایت الکتریکی، روی، آهن، مس، منگنز به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج در جدول ۳-۱ آمده است همچنین میزان عناصر گفته شده در خاک نیز در کدهای مورد استفاده تعیین شد (جدول ۳-۲).

جدول ۱-۳ برخی خصوصیات خاک مورد آزمایش

عمق (cm)	EC (dS/m)	اسیدیته	کربن آلی (%)	فسفر	پتاسیم	آهن	مس	منگنز	روی	بافت خاک
			(%)			میلی گرم بر کیلوگرم				
۰-۳۰	۲/۳	۸/۲	۰/۵۸	۸	۳۶۰	۱/۴۰۶	۱/۲۴	۲/۹۶	۰/۴۲	لومی شنی

جدول ۲-۳ برخی خصوصیات شیمیایی کود دامی، کمپوست و ورمی کمپوست مورد آزمایش

نوع کود	اسیدیته	EC (dS/m)	کربن آلی (%)	فسفر	پتاسیم	آهن	مس	منگنز	روی
		(dS/m)	(%)			میلی گرم بر کیلوگرم			
کود دامی	۸/۲	۱۵	۸/۷۶	۴۴۰	۱۱۵۰۰	۶/۱۶	۱/۷۶	۹/۲۴	۴
کمپوست	۷/۳	۲۰/۳	۷/۴۸	۱۲۰	۱۲۷۵	۱۷	۱۹/۶	۲۱/۴۴	۲۸/۱۶
ورمی کمپوست	۷/۵	۶/۵	۹/۳۵	۶۰۸	۲۲۰۰	۱۸/۵۰	۶/۳۲	۸/۶۲	۲۱/۴

### ۳-۳ طرح آزمایش و تیمارهای به کار گرفته در آزمایش

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل: کود شیمیایی با منبع سولفات روی در سه سطح شامل عدم مصرف ( $Zn_0$ )، ۵۰ کیلوگرم در هکتار ( $Zn_1$ ) و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار ( $Zn_2$ ) و کودهای آلی در چهار سطح شامل: عدم مصرف ( $O_0$ )، مصرف ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست ( $V$ ) و مصرف ۶ تن در هکتار کمپوست ( $C$ ) بر اساس توصیه شرکت سازنده و ۳۰ تن در هکتار کود دامی ( $D$ ) بر اساس عرف منطقه بودند. هر کرت آزمایشی با مساحت ۲۱ متر مربع ( $3/5 \times 6$ ) که شامل ۴ خط کاشت به طول ۶ متر، فاصله بین خطوط ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها در روی خطوط ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذر ذرت در عمق ۵ سانتی‌متری از سطح خاک کاشته شد. جدول (۳-۳) چگونگی پیاده کردن طرح آزمایشی (نقشه طرح) را نشان می‌دهد.

شکل (۳-۳) نقشه کشت

Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>1</sub>	Zn <sub>2</sub>	Zn <sub>2</sub>	Zn <sub>2</sub>	Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>1</sub>	Zn <sub>1</sub>	Zn <sub>2</sub>	Zn <sub>1</sub>	Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>0</sub>
O <sub>0</sub>	C	D	O <sub>0</sub>	V	O <sub>0</sub>	D	O <sub>0</sub>	C	V	D	V

Zn <sub>2</sub>	Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>1</sub>	Zn <sub>2</sub>	Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>1</sub>	Zn <sub>1</sub>	Zn <sub>2</sub>	Zn <sub>2</sub>	Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>1</sub>	Zn <sub>0</sub>
D	O <sub>0</sub>	C	O <sub>0</sub>	V	V	O <sub>0</sub>	C	V	C	D	D

Zn <sub>2</sub>	Zn <sub>2</sub>	Zn <sub>2</sub>	Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>1</sub>	Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>2</sub>	Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>0</sub>	Zn <sub>1</sub>	Zn <sub>1</sub>	Zn <sub>1</sub>
C	O <sub>0</sub>	V	D	C	O <sub>0</sub>	D	V	C	V	D	O <sub>0</sub>



### ۳-۴ عملیات زراعی

#### ۳-۴-۱- آماده سازی زمین

قطعه زمین محل آزمایش در پائیز سال قبل شخم گردیده بود و در اواخر فروردین مجددا شخم خورد و سپس دیسک زده شد و توسط لولر تسطیح گردید. کود پایه به زمین اضافه گردیده شد. توسط ردیف‌ساز جوی و پشته‌هایی به عمق ۲۰ سانتی‌متر و فاصله ۶۰ سانتی‌متر ایجاد شد. کرت‌هایی با ابعاد  $۳/۵ \times ۶$  متر ایجاد شد و محل تیمارهای مورد نظر به صورت تصادفی مشخص شد. کاشت بذر ذرت دانه‌ای سینگل کراس ۷۰۴ در یک طرف پشته با فاصله ۲۰ سانتی‌متر انجام شد. فاصله بین کرت‌ها در بلوک به اندازه ۲ پشته نکاشت (۱ متر) و فاصله بین بلوک‌ها ۲ متر در نظر گرفته شد.

#### ۳-۴-۲- کود سولفات روی

کود سولفات روی وقتی که گیاه ذرت در مرحله ۵ تا ۶ برگگی است با توجه به مقادیر تعیین شده برای هر تیمار به خاک تمام کرت‌های مورد نظر در ۱ لیتر آب حل نموده و پای بوته‌ها استفاده شد.

#### ۳-۴-۳- کودهای ورمی‌کمپوست، کمپوست و کود دامی

کودهای ورمی‌کمپوست، کمپوست و کود دامی قبل از کاشت به شکل ردیفی طبق مقادیر تعیین شده برای هر تیمار به خاک تمام کرت‌های مورد نظر اضافه و به طور کامل با خاک سطحی (۱۰ الی ۱۵ سانتی‌متر) مخلوط شدند.

### ۳-۴-۴- آبپاری

اولین آبپاری در تاریخ ۹۱/۲/۱۷ انجام شد به نحوی که پشته‌ها کاملاً نم کشیده و تیره شد. آبپاری دوم به فاصله ۴ روز بعد و آبپاری‌های بعدی با فاصله ۷ روز تا نزدیک برداشت به صورت غرقابی انجام شد.

### ۳-۴-۵- تنک کردن

با توجه به کشت دو بذر در هر نقطه در مرحله ۴ برگی اقدام به حذف بوته‌های اضافی نمودیم.

### ۳-۴-۶- وجین علف‌های هرز

با توجه به حضور علف‌های هرز سلمه تره، تاج خروس، تاج ریزی، پوا، پیچک صحرائی و خارشتر در مرحله ۷ برگی اقدام به وجین دستی علف‌های هرز در کلیه سطح مزرعه (بین و روی ردیف و داخل جوی‌های آبپاری) نمودیم.

### ۳-۵- برداشت نهایی

عمل برداشت به صورت دستی و در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی در حالی صورت گرفت که رطوبت دانه‌ها در حدود ۲۰ درصد بود، سپس اجزای عملکرد گیاه ذرت وارسته سینگل کراس ۷۰۴ تعیین گردید. از هر کرت بوته‌های موجود در ۲ متر مربع (پس از حذف دو ردیف کناری و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه) برداشت شده و به مدت چند روز هوا خشک شدند تا خشک شوند. سپس بوته‌های برداشت شده برای قرار گرفتن در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲

ساعت برای تعیین اجزای عملکرد گیاه ذرت واریته سینگل کراس ۷۰۴ شامل موارد زیر به آزمایشگاه منتقل شد:

(۱) ارتفاع بوته ( بر حسب سانتی متر)

(۲) قطرساقه ( بر حسب میلی متر)

(۳) وزن خشک تک بوته (گرم)

(۴) وزن خشک بلال (گرم)

(۵) وزن صد دانه: این معیار پس از جدا کردن ۱۰ تکرار از هر تیمار و جدا کردن ۱۰۰ دانه به کمک ترازوی حساس و با دقت یکصدم اندازه گیری شد.

(۶) وزن خشک دانه

(۷) تعداد ردیف

(۸) تعداد دانه در ردیف

(۹) تعداد دانه در بلال

(۱۰) سطح برگ: برای اندازه گیری سطح برگ به دلیل عدم دسترسی به دستگاه اندازه گیری سطح برگ (Leaf area meter) طول و عرض برگها اندازه گیری شد و با استفاده از فرمول مخصوص سطح برگ ذرت ( بیشترین طول  $\times$  بیشترین عرض برگ )  $\times 0.75$  سطح برگ اندازه گیری شد.

(۱۱) عملکرد

### ۳-۶ اندازه گیری برخی خصوصیت‌های خاک

#### ۳-۶-۱- اندازه گیری pH

pH نمونه‌های خاک در گل اشباع مورد مطالعه به کمک دستگاه pH متر مدل ELEIA اندازه‌گیری شده بود (احیایی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۰).

#### ۳-۶-۲ اندازه گیری قابلیت هدایت الکتریکی (*EC*) Electrical conductivity

EC خاک به کمک هدایت سنج مدل JENWAY-4320 در عصاره اشباع خاک اندازه‌گیری شد و نتایج بر حسب دسی‌زیمنس بر متر ( $dS/m$ ) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد گزارش شده بود (احیایی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۰).

#### ۳-۶-۳ اندازه گیری درصد کربن آلی

اندازه گیری مقدار مواد آلی نمونه‌ها به روش والکی و بلاک (Walkley and Black 1934) انجام شده بود. در این روش یک گرم خاک هوا خشک را به یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی‌لیتری منتقل می‌کنیم و سپس ۱۰ میلی‌لیتر بی‌کرومات یک نرمال و ۲۰ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ به آن اضافه کرده و پس از بهم زدن مخلوط به مدت ۲۰ دقیقه روی اجاق حرارت می‌دهیم تا فعل و انفعالات کامل شود. سپس ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به ظرف اضافه کرده. آن‌گاه با استفاده از معرف ارتوفتانترولین (فروئین) محتویات ارلن را با محلول نیم نرمال فرو آمونیوم سولفات تیترو می‌کنیم. بر روی نمونه شاهد (بدون خاک) نیز مراحل فوق صورت گرفت و سپس درصد کربن آلی نمونه‌ها محاسبه گردیده شد (احیایی و بهبهانی‌زاده، ۱۳۷۰).

### ۳-۶-۴- اندازه گیری پتاسیم قابل جذب در خاک

برای این منظور پنج گرم نمونه خاک از الک دو میلی متر گذشته باشد و در یک ارلن ۵۰۰ میلی لیتری قرار داده و ۱۰۰ میلی لیتر استات آمونیوم نرمال به آن اضافه شد مخلوط را در دستگاه شیکر، قرار داده و به مدت یک ساعت بهم زده شد و بعد از نگهداری به مدت یک شبانه روز با کاغذ صافی واتمن شماره دو صاف و مقدار پتاسیم را با دستگاه فلیم فوتومتر بعد از قرأت استانداردها مورد سنجش قرار داده شد، غلظت پتاسیم در نمونه عصاره خاک را می توان با استفاده از منحنی استاندارد تعیین نمود (احیایی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۰).

### ۳-۶-۵- اندازه گیری فسفر قابل جذب در خاک به روش اولسن<sup>۱</sup>

۵ گرم از نمونه خاک را توزین کرده و در بشر ۲۵۰ میلی لیتری قرار داده شد. یک نمونه شاهد به نمونه ها اضافه شد، سپس ۱۰۰ میلی لیتر از محلول عصاره گیری، بی کربنات سدیم به آن اضافه و بعد از نیم ساعت شیکر (شیکر دورانی روی درجه شش) بلافاصله با کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ صاف شد، چون عصاره رنگی بود. مقداری کربن فعال به آن اضافه شد، بعد از نیم ساعت شیکر، سپس صاف نمودیم، در مرحله بعد ۲۰ میلی لیتر از عصاره، نمونه های بلانک و استانداردها در ارلن مایر ۱۲۵ میلی لیتری ریخته، ۲۵ میلی لیتر از محلول مخلوط به آن افزودیم. پس رنگ آبی کامل شده را با دستگاه اسپکتروفوتومتر روی طول موج ۷۲۰ نانومتر قرأت کردیم، پس از رسم منحنی استاندارد، غلظت فسفر را تعیین نمودیم (بلک و اوان، ۱۹۶۵).

---

1- Olsen

2- spectrophotometer

### ۳-۶-۶ اندازه گیری آهن، مس، منگنز و روی قابل جذب در خاک به روش DTPA

روش DTPA لیندسی و نورل بررسی و مورد تأیید قرار گرفت. در این روش ۲۰ گرم خاک را توزین کرده و در ارلن مایر ۱۲۵ میلی لیتری ریخته شد، سپس ۲۰ میلی لیتر از محلول DTPA به آن اضافه شد درب ظرف را بسته دو ساعت شیکر نموده، سپس با کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف نمودیم، سپس در این عصاره روی، آهن، مس و منگنز را با دستگاه جذب اتمی اسپکتروفتومتری قرأت نمودیم (گوپتا، ۲۰۰۰).

### ۳-۷ تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار *MSTATC* انجام شد. برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار *MS- EXCEL Ver. 2007* استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

# فصل چہارم

نتایج و بحث

## ۴-۱ عملکرد و اجزای عملکرد

### ۴-۱-۱-۱ ارتفاع:

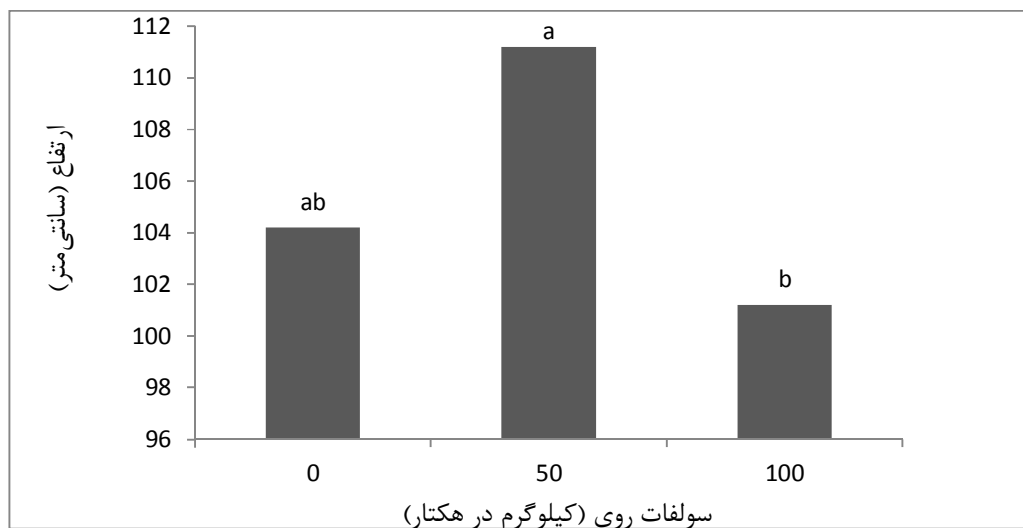
طبق نتایج به دست آمده از این پژوهش، اعمال تیمار اصلی سولفات روی بر ارتفاع ذرت معنی‌دار شده است (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، که در بین سطوح سولفات روی اثر ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی بر ارتفاع ذرت بیشتر از سایر سطوح می‌باشد. بطوریکه ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی توانسته است ارتفاع گیاه را معادل ۱۰/۵ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۱). نتایج حاصل از پژوهش حاضر کاهش ارتفاع را در غلظت‌های بالای سولفات روی نشان داد. به نظر می‌رسد هنگامی که غلظت روی زیاد باشد مسمومیت روی مطرح می‌گردد. پژوهشگران با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی کاهش ارتفاع ذرت را گزارش نمودند (فتحی و همکاران، ۱۳۸۸). که منجر به کاهش رشد گیاه می‌شود. عامل کودی سولفات روی بر اساس مطالعات فیزیولوژیکی صورت گرفته منجر به افزایش هورمون اکسین، رشد برگ‌ها، تاخیر در ریزش برگ‌ها و همچنین ارتفاع گیاه می‌شود که این امر ممکن است یکی از دلایل عمده در افزایش و رشد اندام‌های هوایی در تربیتکاله باشد (بیرانوند و همکاران، ۱۳۸۹). روی در غلظت‌های پائین باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع لوبیا نسبت به نمونه شاهد شده بود این در حالیست که با افزایش غلظت روی ارتفاع نسبت به نمونه شاهد کاهش معنی‌دار پیدا می‌کند (خاوری نژاد و همکاران، ۱۳۸۹).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی کودهای آلی بر ارتفاع اثر معنی‌دار

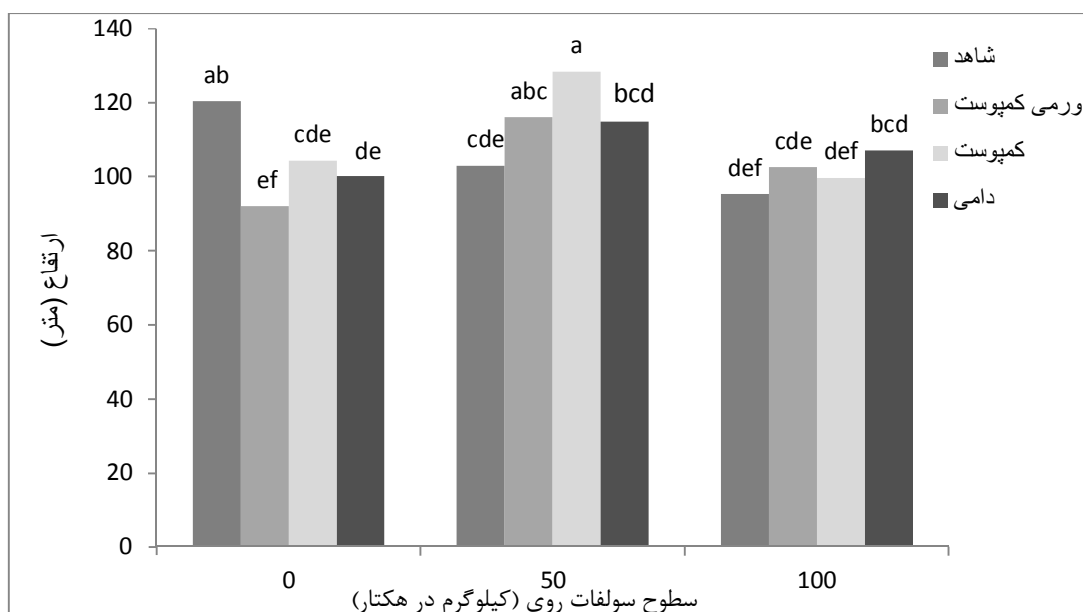
نداشته است (جدول ۴-۱).



نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی بر ارتفاع ذرت معنی‌دار شده است (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین این ترکیبات کودی اثر ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۶ تن در هکتار کمپوست بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه این ترکیب توانسته است ارتفاع ذرت را معادل ۶/۸ درصد نسبت به شاهد ارتفاع افزایش دهد (شکل ۴-۲). به نظر می‌رسد استفاده ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی با بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه توانسته‌اند تاثیر خوبی بر ارتفاع گیاه ذرت داشته باشند. برتری اثر کمپوست نیز می‌تواند به علت افزایش فراهمی عناصر غذایی و وجود هورمون‌ها و سایر محرک‌های رشد گیاهی در کمپوست ناشی از افزایش کیفیت خاک در نتیجه بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و نیز افزایش آب قابل استفاده خاک دانست. استفاده از کود کمپوست همراه با روی موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه گردید (رانج‌ها و همکاران، ۲۰۰۱). مصرف روی باعث افزایش ارتفاع ساقه ذرت گردیده بود. مقاومت و بردباری گیاهان به عناصر کم مصرف به ویژه روی وابسته به بردباری ریشه‌های گیاهان به این عناصر است (ملکوتی و نفیسی، ۱۹۸۲). طی آزمایشی ارتباط میان افزایش ارتفاع با غلظت فلز روی را از یک سو به نقش این فلز در بیوسنتز اکسین به عنوان یک هورمون محرک رشد در گیاه نسبت دادند (رون و آللوی، ۲۰۰۴). زیرا فلز روی به احتمال زیاد به عنوان کوفاکتور برخی از آنزیم‌ها در بیوسنتز اسیدهای آمینه تریپتوفان به عنوان پیش ماده سنتز اکسین در تبدیل اسید آمینه تریپتوفان به ایندول استیک اسید نقش دارد. اکسین محرک طول شدن سلول‌ها در ساقه و کولئوپتیل می‌باشد. بنابراین افزایش روی در حد مناسبی سبب افزایش اکسین در گیاه در نتیجه تحریک رشد گیاه می‌شود. از سوی دیگر گزارش شده بود، روی در غلظت‌های کم از طریق فعال سازی آنزیم‌های مربوط به فرآیند تکثیر و طولی شدگی سلول‌ها نیز می‌تواند سبب تحریک رشد در گیاه شود. مسمومیت ناشی از فلز روی بر فرآیندهای فیزیولوژیکی اثر کرده و نهایتاً موجب کاهش رشد در سایر بخش‌های گیاه می‌شود (خاوری‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۹).



شکل ۴-۱: تاثیر سولفات روی بر ارتفاع ذرت. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۲: تاثیر سولفات روی و کودهای آلی بر ارتفاع ذرت. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

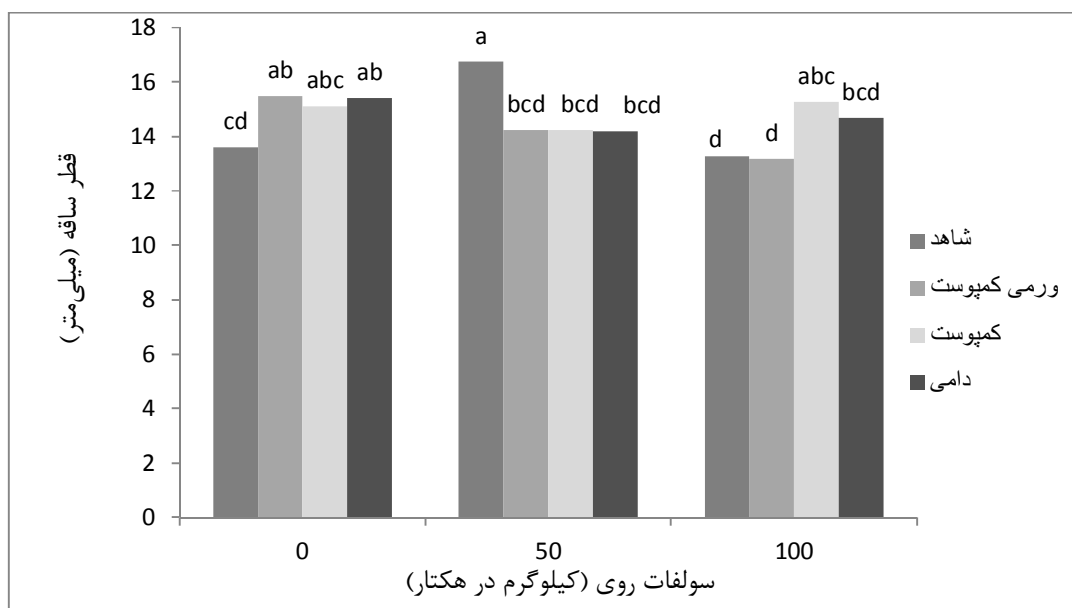
#### ۴-۱-۲- قطر ساقه

مطابق نتایج بدست آمده اثر اصلی تیمار سولفات روی و تیمار کودهای آلی بر قطر ساقه گیاه ذرت معنی‌داری نشده است (جدول ۴-۱).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی بر قطر ساقه ذرت معنی‌دار شده است (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین‌ها داده‌ها نشان داد، در بین این ترکیب کودی اثر ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و عدم مصرف کود آلی بر قطر ساقه ذرت بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه توانسته است قطر ساقه ذرت رامعادل ۲۲/۷ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۳). به نظر می‌رسد با افزایش روی هورمون‌های رشد اکسین افزایش می‌یابد، اکسین در فتوسنتز و رشد و توسعه برگ و ساقه گیاه نقش دارد. روی در غلظت‌های پائین موجب تحریک رشد در گیاه لوبیا می‌شود در حالیکه در غلظت‌های بالای آن با تاثیرگذاری و اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی باعث کاهش رشد و محصول‌دهی در این گیاه می‌شود (خاوری نژاد و همکاران، ۱۳۸۹). افزایش روی سبب افزایش هورمون اکسین می‌گردد. اکسین در فتوسنتز و رشد و توسعه برگ و ساقه گیاه نقش دارد. چون در عدم حضور روی هورمون‌های رشد اکسین تولید نمی‌گردد. وقتی غلظت روی در گیاه کاهش یابد تریپتوفان کم و اکسین کاهش، در نهایت رشد گیاه متوقف می‌گردد. هنگامی که غلظت روی زیاد شود، مسمومیت روی مطرح می‌گردد و سمیت روی در گیاهان زراعی بطور عمده در مصرف کودهای فاضلابی است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷).

استفاده از کودهای آلی سبب افزایش املاح محلول خاک می‌شود و در نتیجه پارامترهای رشد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. با توجه به اینکه شوری اولیه خاک متوسط می‌باشد. استفاده از این کودهای آلی در خاک‌های با شوری متوسط سبب افزایش شوری خاک گردیده است. طی یک آزمایش گلخانه‌ای

در گندم نشان دادند که شوری موجب تغییر ساختمانی در ساقه گندم می‌شود. بطوریکه تعداد دستجات آوندی و همچنین قطر آوندها در گیاهان تحت شوری به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته بود. در خاک‌های شور بر اثر رقابتی که بین عناصر وجود دارد جذب عناصر غذایی کاهش می‌یابد (کشاورز و ملکوتی، ۱۳۸۴). املاح زیاد در کود کمپوست زباله شهری از فعالیت‌های بیولوژیکی در خاک جلوگیری می‌کند. در نتیجه مقادیر زیاد کمپوست زباله شهری در خاک مناسب نمی‌باشد (اکبری نژاد و همکاران، ۱۳۹۰).



شکل ۳-۴: تاثیر سولفات روی و کودهای آلی بر قطر ساقه ذرت. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

#### ۴-۱-۳- وزن خشک بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر آن است، که اثر تیمارهای اصلی سولفات روی و کودهای آلی در وزن خشک اندام هوایی معنی‌داری شده است. ولی اثر ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی بر وزن خشک بوته معنی‌دار نشده است (جدول ۴-۱).

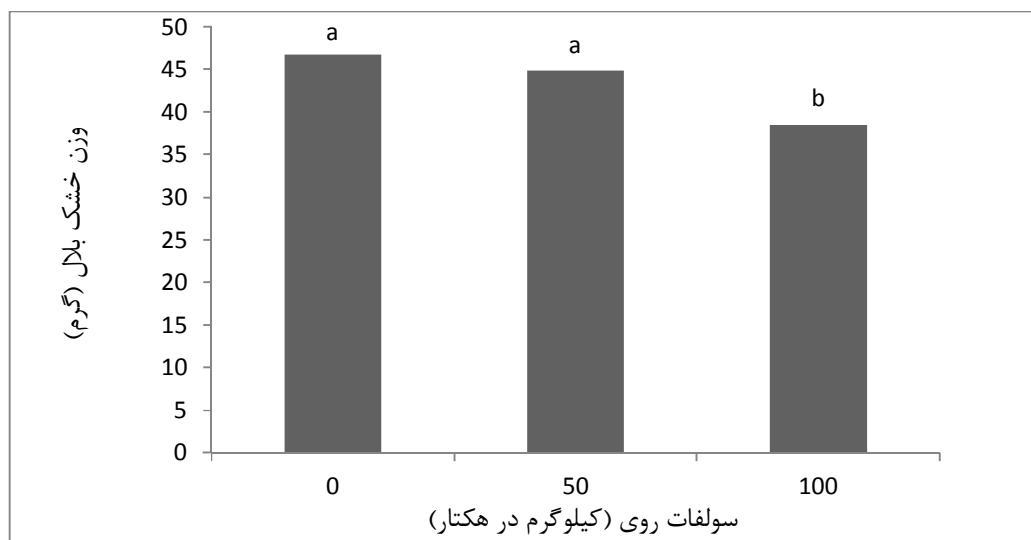
#### ۴-۱-۴- وزن خشک بلال

مطابق نتایج تجزیه واریانس داده‌های بدست آمد، اثر اصلی تیمار سولفات روی بر وزن خشک بلال معنی‌دار شده است (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، مقادیر بالای سولفات روی سبب کاهش وزن خشک بلال شد. بطوریکه استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی بطور معنی‌داری وزن خشک بلال را نسبت به شاهد و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی کاهش داد. عدم مصرف سولفات روی توانسته است وزن خشک بلال را معادل ۱۷/۶۱ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد. که با مصرف ۵۰ تن در هکتار سولفات روی اختلاف معنی‌دار ندارد (شکل ۴-۴). به نظر می‌رسد افزایش سطوح مختلف سولفات روی تاثیر مثبتی بر وزن خشک بلال نداشته است. هنگامی که غلظت روی زیاد باشد مسمومیت روی مطرح می‌گردد که منجر به کاهش رشد گیاه می‌شود. مسمومیت روی ابتدا در نوک ریشه‌ها روی می‌دهد و به دنبال آن ریشه‌های فرعی از رشد باز داشته می‌شوند، کاهش رشد ریشه‌ها که با کاهش طول و وزن خشک آن مشخص می‌شود. در نتیجه فرآیندهای فیزیولوژیکی نظیر تعرق اثر کرده و نهایتاً موجب کاهش رشد در سایر بخش‌های گیاه می‌شود. بطور کلی غلظت بالای روی به عنوان یک فلز کم مصرف اثرات مهمی بر رشد گیاه دارد و رشد آن را از جنبه‌های مختلف فیزیولوژیکی باز می‌دارد. روی در غلظت‌های زیاد با رقابت با سایر عناصر دیگر مورد نیاز گیاهان در جذب آن‌ها و تغذیه معدنی گیاهان اختلال ایجاد می‌نمایند (خاوری نژاد و همکاران، ۱۳۸۹).

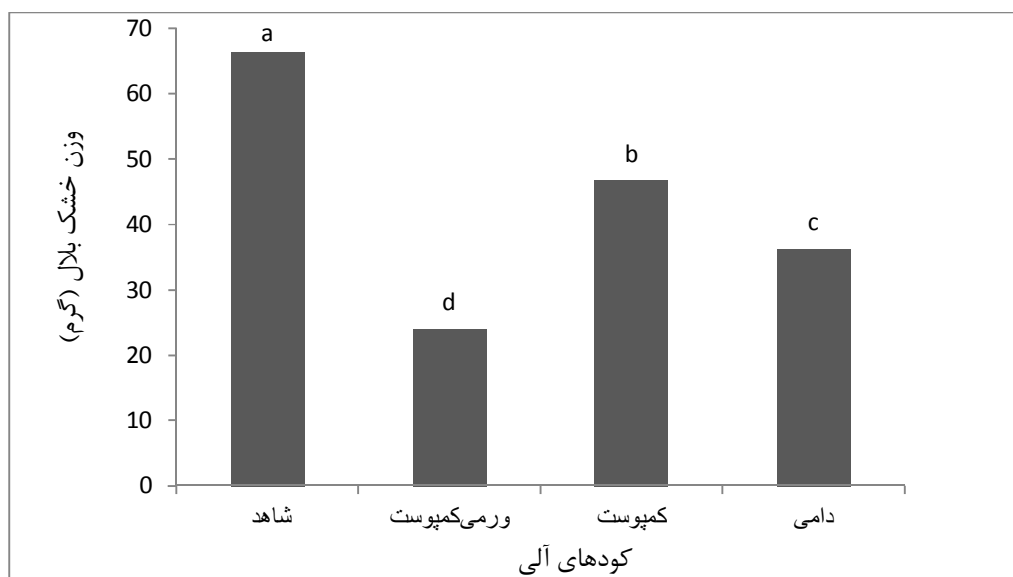
مطابق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، تیمار اصلی کودهای آلی بر وزن خشک بلال معنی‌دار شده است (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین کودهای آلی مختلف اثر عدم مصرف کودهای آلی بر وزن خشک بلال بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه عدم مصرف ماده آلی توانسته است وزن خشک بلال معادل ۶۳/۹ درصد در شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۵). به نظر می‌رسد استفاده از کودهای آلی مختلف به علت بالا بودن املاح در ترکیب آن‌ها سبب کاهش وزن خشک بلال شده باشد. بالا بودن این املاح باعث شده است شرایط تغذیه‌ای بهینه‌ای برای گیاه فراهم نشود. یکی از محدودیت‌های مصرف مواد آلی که ممکن است رشد و تولید محصول را تحت تاثیر قرار دهد افزایش شوری و نسبت جذبی سدیم (*SAR*) خاک است، برخی از تحقیقات صورت گرفته در این زمینه حاکی از کاهش محصول و تخریب ساختمانی خاک در اثر استفاده از سطوح بالای ماده آلی است (مسکین و همکاران، ۱۹۸۶). در صورت استفاده از مواد آلی خطرناک ناشی از املاح محلول خاک بایستی در نظر داشت (رسولی و مفتون، ۱۳۸۸).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر آنست، که تیمار ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی بر وزن خشک بلال معنی‌دار شده است (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین این تیمارهای ترکیبی، اثر عدم مصرف سولفات روی و عدم مصرف کودهای آلی بر وزن خشک بلال بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه این عدم مصرف سولفات روی و کودهای آلی توانسته است وزن خشک بلال را معادل ۸۸/۴ درصد در شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۶). به نظر می‌رسد تیمار ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی نتوانسته است شرایط تغذیه‌ای خوبی را برای گیاه ذرت را فراهم کند. شوری ۳/۷ دسی زیمنس بر متر باعث کاهش عملکرد ذرت نشد اما به ازای هر واحد افزایش شوری عملکرد دانه ۱۴٪ کاهش یافت (هوفمن و همکاران، ۱۹۸۳). شوری در ظرفیت نهایی دانه تغییراتی را ایجاد می‌کند.

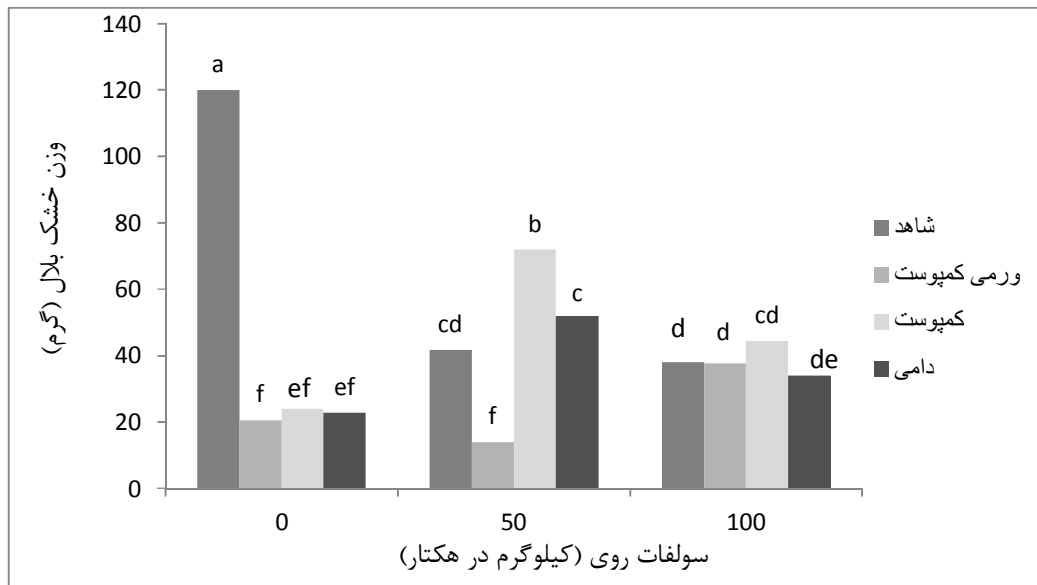
بطوری که باعث کاهش معنی‌دار در طول بلال، تعداد بلال و نیز دانه در بلال می‌گردد و دوره رشد رویشی ساقه را کوتاه می‌نماید (مایس و گریو، ۱۹۹۰).



شکل ۴-۴: تاثیر سولفات روی بر وزن خشک بلال. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۵: تاثیر کودهای آلی بر وزن خشک بلال. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۶: تاثیر سولفات روی و کودهای آلی بر وزن خشک بلال. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

#### ۴-۱-۵- وزن صد دانه

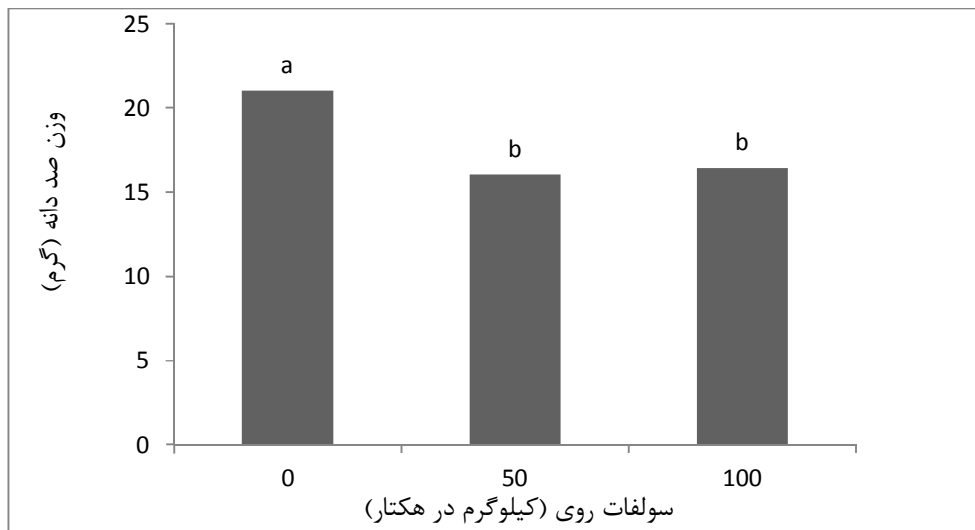
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، که اثر اصلی کود سولفات روی بر وزن صد دانه معنی‌دار شده است (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، مقادیر بالای استفاده از سولفات روی سبب کاهش وزن صد دانه شد. بطوریکه استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی بطور معنی‌داری وزن صد دانه را نسبت به شاهد و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کاهش داد. عدم مصرف سولفات روی توانسته است وزن صد دانه را معادل ۲۳/۷ درصد در شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۷). به نظر می‌رسد مسمومیت روی سبب عدم انتقال عناصر غذایی در گیاه می‌شود. وزن هزار دانه بیشتر تحت تاثیر کنترل ژنتیکی گیاه است و کمتر از عوامل محیطی یا تیمارهای مورد آزمایش تاثیر می‌پذیرد. رابطه مثبت و مستقیمی بین تغییرات وزن خشک بلال و وزن صد دانه را نشان داده شده است (بیرانوند و همکاران، ۱۳۸۹). غلظت زیاد روی سبب بروز مسمومیت می‌گردد و فرآیندهای فیزیولوژیکی را مختل می‌کند (خاوری نژاد و همکاران، ۱۳۸۹).



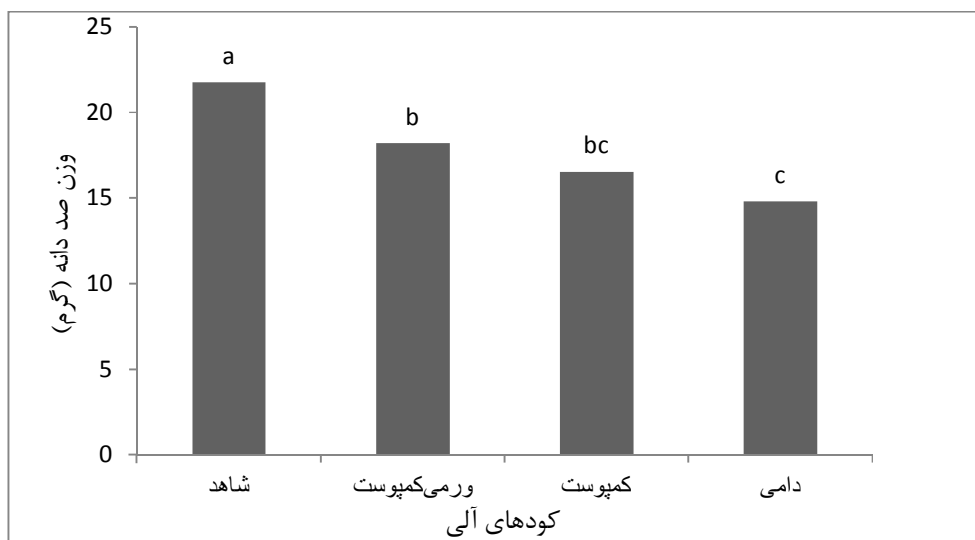
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، که تیمار اصلی کودهای آلی بر وزن صد دانه معنی‌دار شده است (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین کودهای آلی اثر عدم مصرف کودهای آلی بر وزن صد دانه بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه عدم مصرف کودهای آلی توانسته است وزن صد دانه را معادل ۳۲/۱ درصد در شاهد افزایش دهد. کمترین وزن صد دانه در تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی مشاهده شده است (شکل ۴-۸). به نظر می‌رسد با مصرف هر ترکیب آلی شوری خاک افزایش یافته است. بنابراین باعث کاهش انتقال عناصر غذایی به گیاه در طی دوره رشد گردیده است در نتیجه وزن صد دانه کاهش یافته است. برخی پژوهشگران به خطرات استفاده از مواد آلی و افزایش املاح خاک اشاره کرده‌اند (رسولی و مفتون، ۱۳۸۹). طی آزمایش مزرعه‌ای روی ۵ رقم ذرت، طول بلال، وزن هزار دانه با افزایش شوری کاهش یافته بود (راجهار و پال، ۱۹۹۴).

مطابق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، تیمار ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی بر وزن صد دانه معنی‌دار شده است (جدول ۴-۱). مقایسه میانگین‌ها داده‌ها نشان داد، در بین این ترکیب کودی اثر عدم مصرف سولفات روی و عدم مصرف کودهای آلی بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه عدم مصرف سولفات روی و عدم مصرف کودهای آلی توانسته است وزن صد دانه را معادل ۶۶/۱۲ درصد در شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۹). به نظر می‌رسد این کاهش وزن صد دانه به دلیل هدایت الکتریکی بالا در ترکیب کودی، کودهای آلی مورد استفاده باشد، که سبب افزایش شوری خاک گردیده است، که با گفته‌های برخی پژوهشگران مطابقت دارد (مسکین و همکاران، ۱۹۸۶). با افزایش شوری از ۲ تا ۸ دسی زیمنس بر متر عملکرد دانه، وزن هزار دانه و درصد بوته‌های دارای بلال کاهش یافت، آن‌ها همچنین بیان داشتند هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ از مقاومت کمتری نسبت به شوری برخوردار است. کاهش وزن هزار دانه ممکن است به یکی از دو دلیل کاهش میزان مواد فتوسنتزی وارد شده به بلال و به دلیل اختصاص

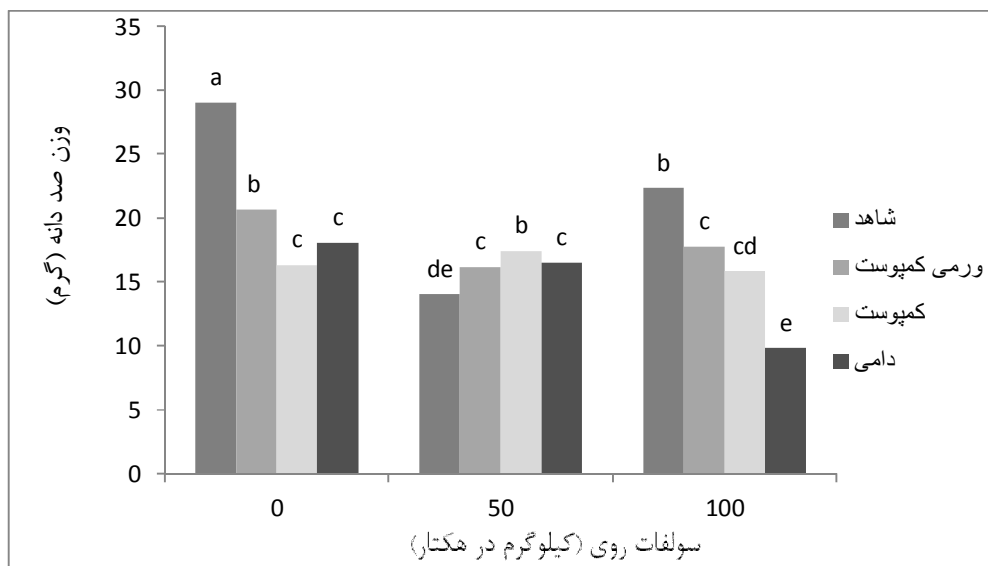
بخشی از مواد فتوسنتزی تولید شده برای تنظیم اسمزی مورد نیاز گیاه و یا کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها باشد (دهقان و نادی، ۱۳۸۶).



شکل ۴-۷: تاثیر سولفات روی بر وزن صد دانه. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۸: تاثیر کودهای آلی بر وزن صد دانه. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۹: تاثیر سولفات روی و کودهای آلی بر وزن صد دانه. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

#### ۴-۱-۶- تعداد دانه در بلال

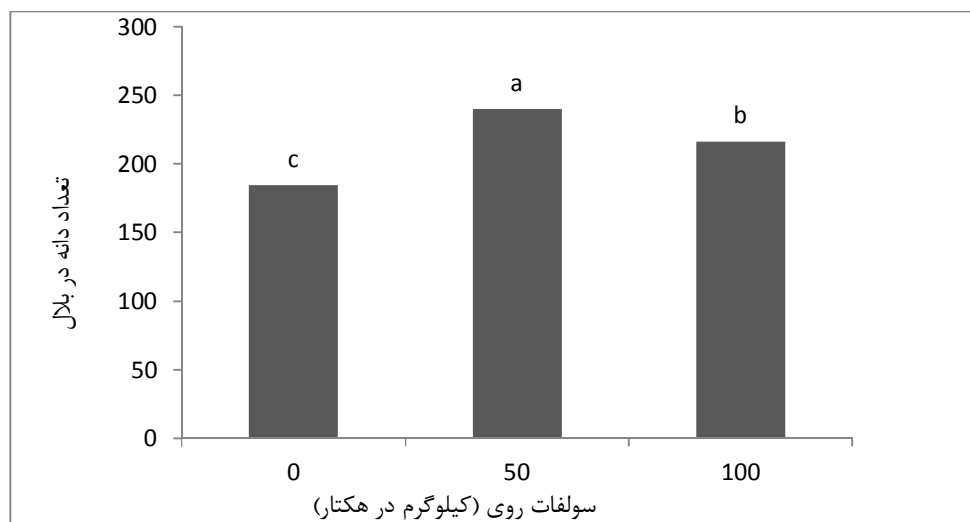
مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، تیمار اصلی سولفات روی بر تعداد دانه در بلال، معنی‌دار شده است (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین‌ها داده‌ها نشان داد، در بین سطوح مختلف سولفات روی اثر ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی بر تعداد دانه در بلال ذرت بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی توانسته است، تعداد دانه در بلال را معادل ۳۰ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۱۰). به نظر می‌رسد مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی نسبت به ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار توانسته است شرایط بهینه برای تغذیه رشد گیاه فراهم کند، که با نتایج برخی محققین مطابقت دارد. آن‌ها بیان داشتند با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی عملکرد دانه، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، افزایش یافته است (فتحی و همکاران، ۱۳۸۸). مصرف سولفات روی بر تعداد دانه در خوشه گندم در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود (میرزاوند و همکاران، ۱۳۸۶). عملکرد

بیولوژیک، وزن هزار دانه، سرعت پر شدن دانه‌های ذرت با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی افزایش یافت (فتح اللهی، ۱۳۸۴).

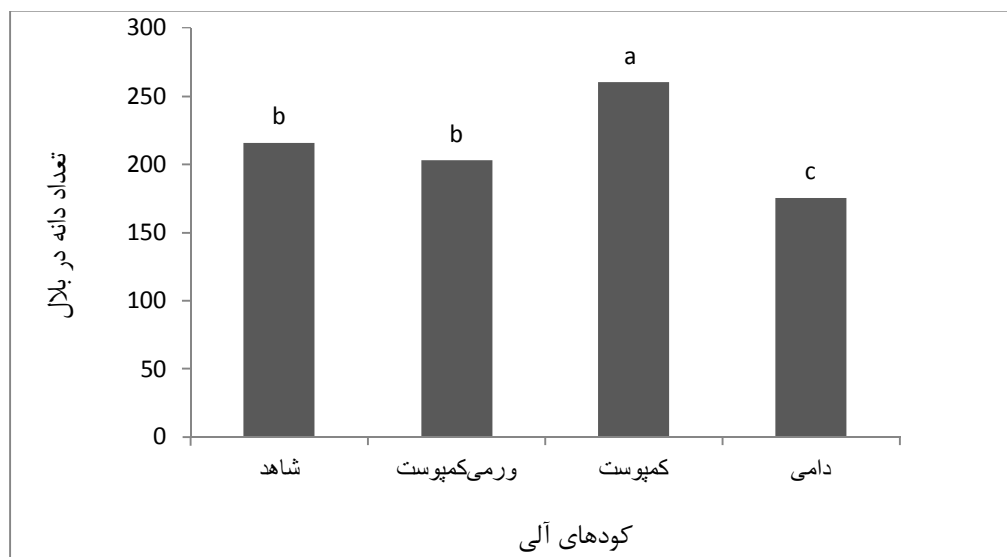
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی کودهای آلی بر تعداد دانه در بلال معنی‌دار شده است (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، که در بین کودهای آلی اثر کمپوست بر تعداد دانه در بلال بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه ۶ تن در هکتار کمپوست زباله شهری توانسته است تعداد دانه در بلال را معادل  $\frac{20}{3}$  درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۱۱). افزایش تعداد دانه در بلال در تیمار کودهای آلی را احتمالاً می‌توان مربوط به سهل الوصول شدن عناصر مغذی و مفید در کود کمپوست زباله شهری برای گیاه و برقراری تعادل این کودها با فاز فیزیکی و شیمیایی خاک دانست. کمپوست زباله شهری می‌تواند در تولید محصولات زراعی از طریق کاهش جرم مخصوص ظاهری، افزایش ظرفیت نگه‌داری آب و تامین عناصر غذایی ضروری تا حدودی مفید باشد (مک‌کرنیل و همکاران، ۱۹۹۳). برخی محققین بیان نمودند فراورده‌های کمپوست شده، منبع موادآلی و غذایی ضروری گیاه می‌باشند که برای موفقیت در تولید گیاهی بسیار مفید هستند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمارهای ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی بر تعداد دانه در بلال معنی‌دار شده است (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین این تیمارهای ترکیبی اثر ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۶ تن در هکتار کمپوست زباله شهری بر تعداد دانه در بلال بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه این ترکیب کودی توانسته است تعداد دانه در بلال را معادل ۱۰ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۱۲). از آنجایی که ذرت یک گیاه پر نیاز به روی می‌باشد. غنی‌سازی کمپوست زباله شهری با سولفات روی باعث تشدید تاثیر کمپوست بر رشد و نمو گیاه ذرت شده. در خصوص تاثیر کمپوست‌های غنی شده با روی گزارش شده است که کودهای آلی از

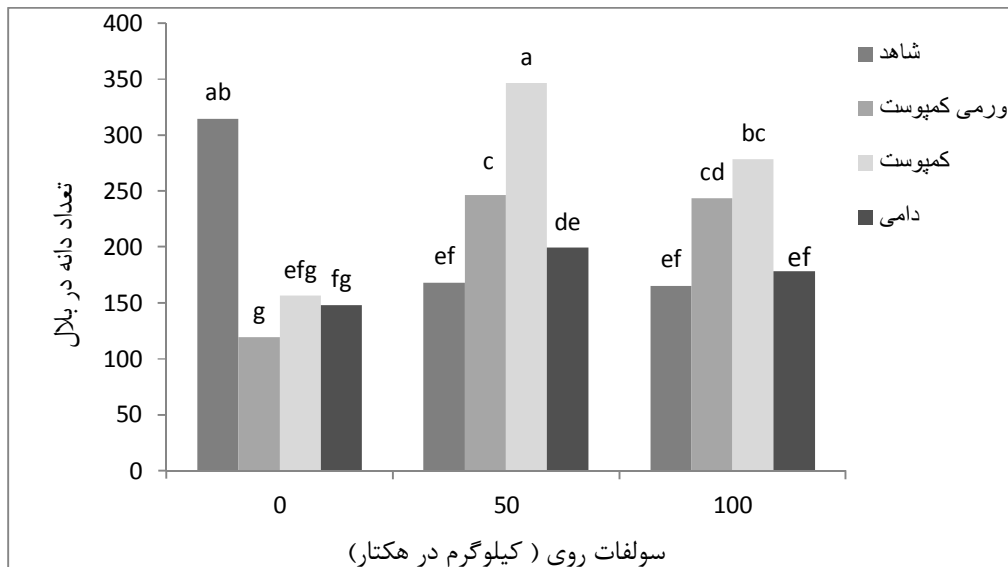
نظر بعضی عناصر غذایی از جمله آهن و روی فقیر بوده و اختلاط کودها با ترکیبات معدنی حاوی این عناصر باعث غنی شدن، رشد و نمو، بهبود و تغذیه گیاه می‌شود (چاند و همکاران، ۲۰۰۷).



شکل ۴-۱۰: تاثیر سولفات روی بر تعداد دانه در بلال. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۱۱: اثر کودهای آلی بر تعداد دانه در بلال. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۱۲: تاثیر سولفات روی و کودهای آلی بر تعداد دانه در بلال. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

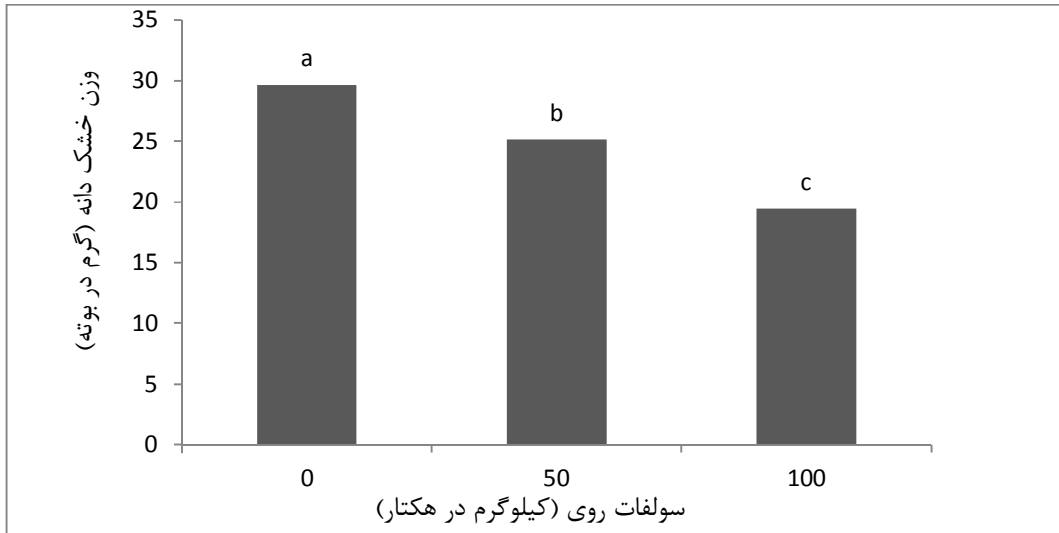
#### ۴-۱-۷- وزن خشک دانه

مطابق تجزیه واریانس داده‌ها، تیمار اصلی سولفات روی بر وزن خشک دانه ذرت معنی‌دار شده است (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین‌های داده‌ها نشان داد، در بین سطوح مختلف سولفات روی اثر عدم مصرف سولفات روی بر وزن خشک دانه بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه عدم مصرف سولفات روی توانسته است وزن خشک دانه را معادل ۳۴/۴ درصد در شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۱۳). به نظر می‌رسد افزایش بیش از حد سولفات روی سبب مسمومیت روی گردیده و سبب کاهش انتقال عناصر غذایی به گیاه می‌شود. مصرف روی در غلظت‌های بالا سبب اختلال در فرآیندهای فیزیولوژی و بیوشیمیایی و باعث کاهش رشد محصول دهی در گیاه لوبیا شد. روی با باز دارندگی از جذب سایر عناصر ضروری به ویژه آهن، پتاسیم، و کلسیم مانع رشد گیاه می‌شود (خاوری نژاد و همکاران، ۱۳۸۹).

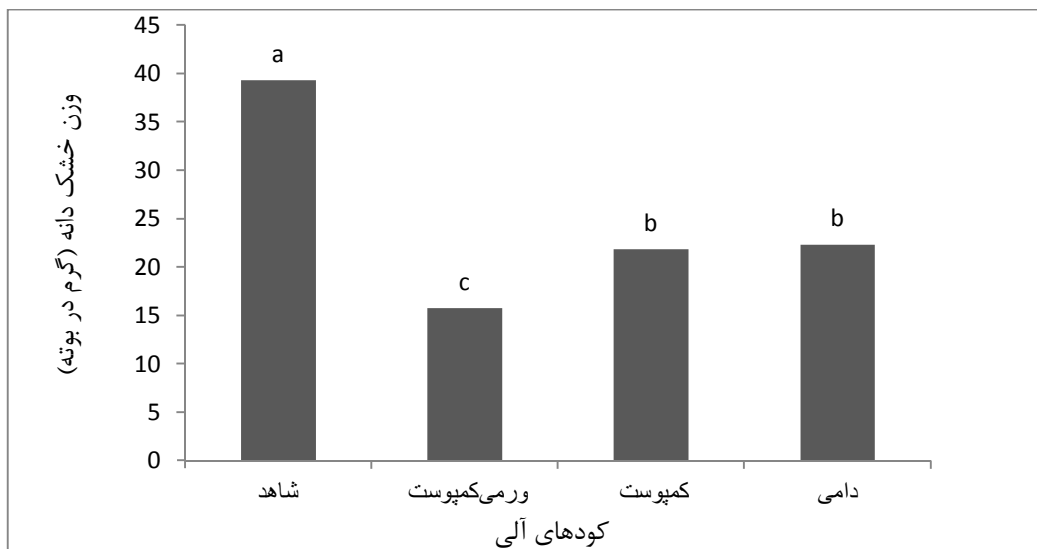
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد، تیمار اصلی کودهای آلی بر وزن خشک دانه معنی‌دار شده است (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین کودهای آلی اثر عدم مصرف کودهای آلی بر

وزن خشک دانه بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه عدم مصرف کودهای آلی توانسته است وزن خشک دانه را معادل ۲۴/۹ درصد نسبت کمترین مقدار افزایش دهد (شکل ۴-۱۴). به نظر می‌رسد یکی از عواملی که سبب کاهش وزن خشک دانه می‌شود اثر سوئی است که شوری بر محصول دارد. یکی از اثرات سوئی مواد آلی افزایش شوری و نسبت جذب سدیمی می‌باشد. که با گفته‌های برخی محققین مطابقت دارد. برخی از تحقیقات صورت گرفته در این زمینه حاکی از کاهش محصول و تخریب ساختمانی خاک در اثر استفاده از سطوح بالای ماده آلی است. هیپرید سینگل کراس ۷۰۴ از مقاومت کمتری نسبت به شوری برخوردار است (دهقان و نادی، ۱۳۸۶).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی بر وزن خشک دانه معنی‌دار شده است (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین‌های داده‌ها نشان داد، عدم مصرف سولفات روی و عدم مصرف کودهای آلی توانسته است وزن خشک دانه را معادل ۱۰/۵ درصد در شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۱۵). به نظر می‌رسد استفاده از پسماندها برای تقویت و باروری خاک ممکن است باعث تجمع عناصر سنگین در خاک و انتقال این عناصر به گیاه شود. این وضعیت عموماً زمانی اتفاق می‌افتد که از لجن‌های فاضلاب استفاده گردد. اضافه کردن مقادیر بالایی از کودهای آلی مانند کمپوست زباله شهری، شیرابه زباله و لجن فاضلاب می‌تواند باعث افزایش شوری خاک شود. شوری به صورت محسوسی عملکرد دانه در بوته را کاهش داد، که با نتایج فوق مطابقت دارد (فلاگلا و همکاران، ۲۰۰۴). مهم‌ترین اثر شوری افزایش غلظت سدیم در بافت گیاهی است. سدیم اضافی می‌تواند منجر به تغییراتی در وضعیت تغذیه‌ای عناصر دیگر شود. مثلاً کاهش پتاسیم، کاهش رشد گیاه و عملکرد گیاه از نتایج حضور سدیم است (زاهدی فرد و همکاران، ۱۳۸۹).

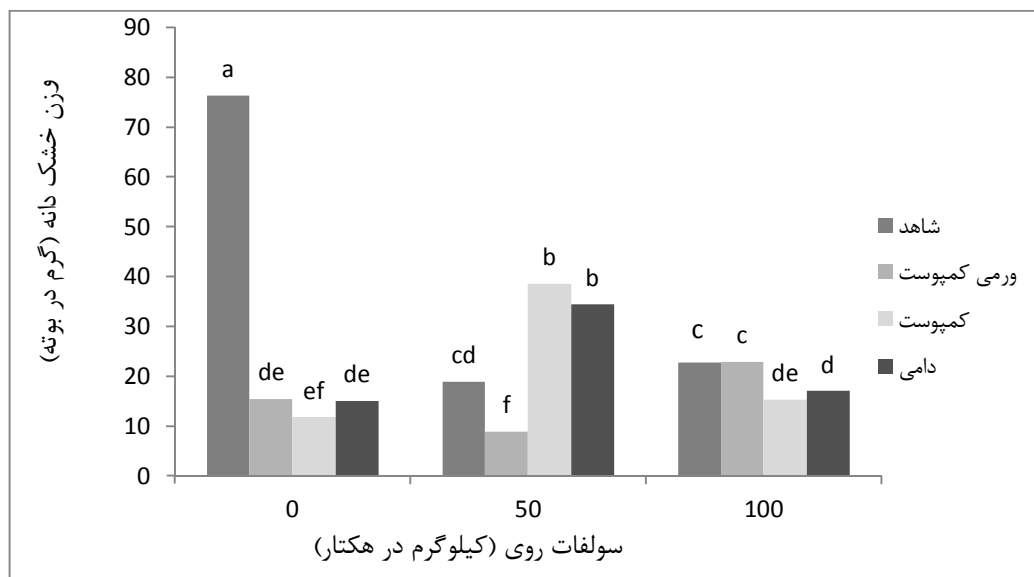


شکل ۴-۱۳: تاثیر سولفات روی بر وزن خشک دانه. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۱۴: تاثیر کودهای آلی بر وزن خشک دانه. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.





شکل ۴-۱۵: تاثیر سولفات روی و کودهای آلی بر وزن خشک دانه. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

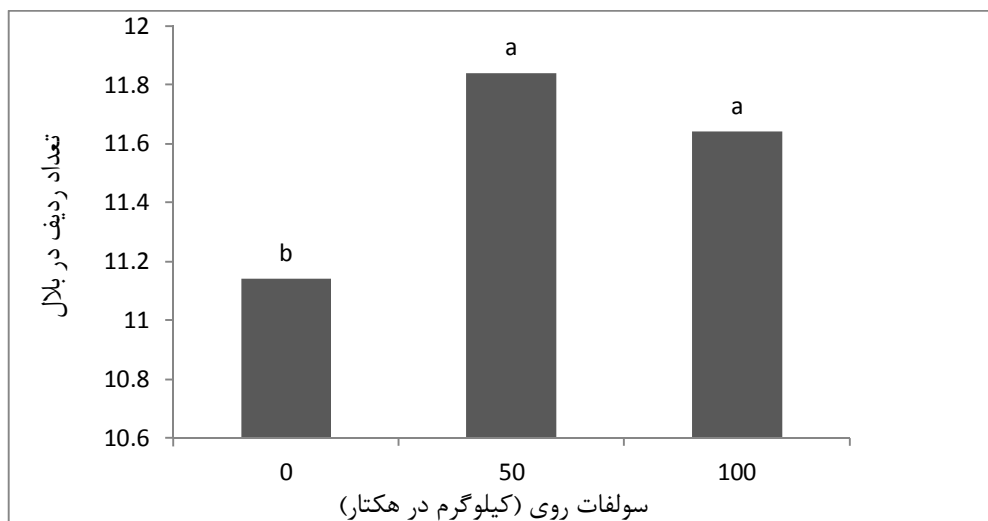
#### ۴-۱-۸- تعداد ردیف

تعداد ردیف در بلال به عنوان یکی از خصوصیات و اجزای عملکرد ذرت محسوب می‌شود (برگلدن و همکاران، ۱۹۹۹). مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها تیمار اصلی سولفات روی بر تعداد ردیف ذرت معنی‌دار شده است (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین سطوح مختلف سولفات روی اثر ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی نسبت به سایر تیمارها بر تعداد ردیف ذرت بیشتر می‌باشد. بطوریکه ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی توانسته است، تعداد ردیف را معادل ۶/۲ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۱۶). به نظر می‌رسد مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی تاثیر خوبی بر تعداد ردیف در بلال داشته باشد. هر قدر ارقام ذرت زودرس‌تر باشند تعداد ردیف‌ها در بلال بیشتری خواهند داشت ولی در عوض طول بلال‌های کمی خواهند داشت. مصرف خاکی و محلول پاشی عناصر ریزمغذی اختلاف معنی‌داری بر لحاظ تعداد ردیف در بلال نشان نداد (طاهر و همکاران، ۱۳۸۷).

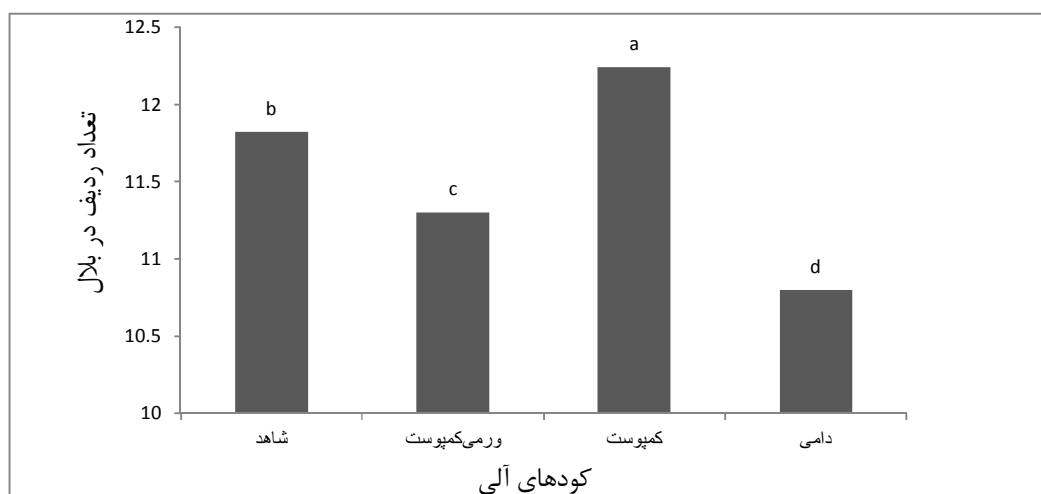
عملکرد بیولوژیکی، وزن هزار دانه، مدت و سرعت پر شدن دانه ذرت با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی افزایش یافت (فتح‌الهی، ۱۳۸۴).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی کودهای آلی بر تعداد ردیف ذرت معنی‌دار شده است (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین کودهای آلی اثر کمپوست زباله شهری بر تعداد ردیف ذرت بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه ۶ تن در هکتار کمپوست زباله شهری توانسته است تعداد ردیف را معادل ۳/۵ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۱۷). به نظر می‌رسد کودهای آلی می‌تواند در تولید محصولات زراعی از طریق کاهش جرم مخصوص ظاهری و افزایش ظرفیت نگه‌داری آب و همچنین توسط تامین عناصر غذایی ضروری تا حدودی مفید باشند. که در این بین اثر کمپوست زباله شهری بارزتر می‌باشد، که با نظریه برخی محققین هماهنگی دارد (رشتبری و علیخانی، ۱۳۹۰). با افزایش میزان آب قابل استفاده گیاه برای جذب آب انرژی حیاتی کمتری صرف نموده، و انرژی اندوخته شده را صرف رشد و سایر فعالیت‌های فیزیولوژیکی می‌شود (همایی، ۱۳۸۶).

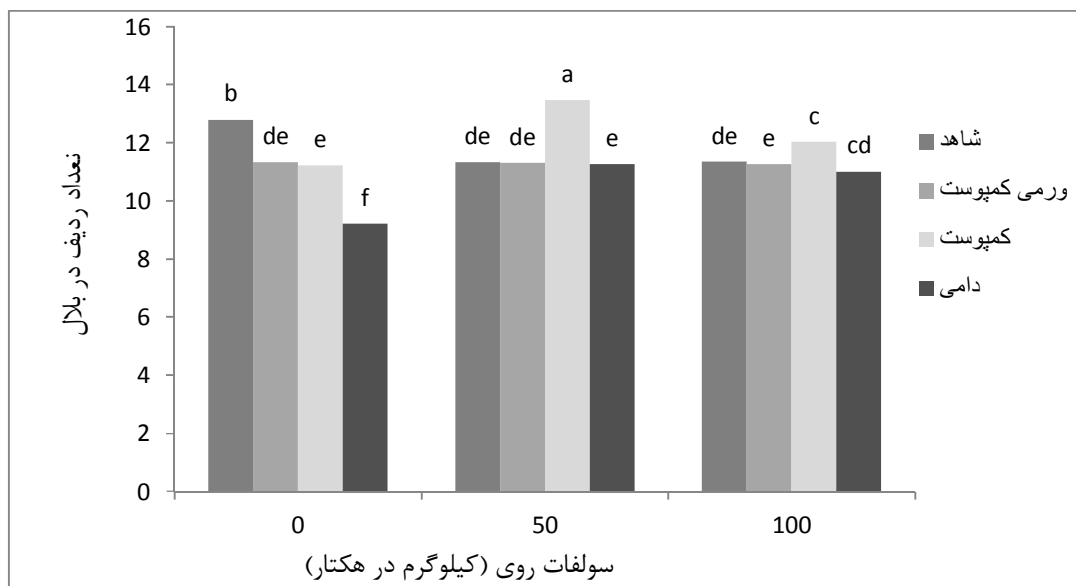
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد، تیمار ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی بر تعداد ردیف ذرت معنی‌دار شده است (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین‌ها داده‌ها نشان داد، تیمار ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی توانسته‌اند تاثیر خوبی بر تعداد ردیف در بلال ذرت داشته باشند. بطوریکه ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۶ تن در هکتار کمپوست زباله شهری توانسته است تعداد ردیف را معادل ۲۵ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۱۸). از آنجایی که ذرت یک گیاه پر نیاز به روی می‌باشد غنی‌سازی کمپوست زباله شهری با سولفات روی باعث تشدید تاثیر کمپوست بر رشد و نمو گیاه ذرت شده که در خصوص تاثیر کمپوست‌های غنی شده با روی هماهنگی دارد. کودهای آلی از نظر بعضی عناصر غذایی از جمله آهن و روی فقیر بوده و اختلاط کودها با ترکیبات معدنی حاوی این عناصر باعث غنی شدن و رشد و نمو و بهبود و تغذیه گیاه می‌شود (چاند و همکاران، ۲۰۰۷).



شکل ۴-۱۶: اثر سولفات روی بر تعداد ردیف بلال. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۱۷: تاثیر کودهای آلی بر تعداد ردیف بلال. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۱۸: تاثیر سولفات روی و کودهای آلی بر تعداد ردیف . در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

#### ۴-۱-۹- تعداد دانه در ردیف

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد، تیمار اصلی سولفات روی و تیمار ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی بر تعداد دانه در ردیف معنی‌داری نشده است. اثر تیمار کودهای آلی بر تعداد دانه ردیف معنی‌دار شده است (جدول ۴-۲).

#### ۴-۱-۱۰- سطح برگ

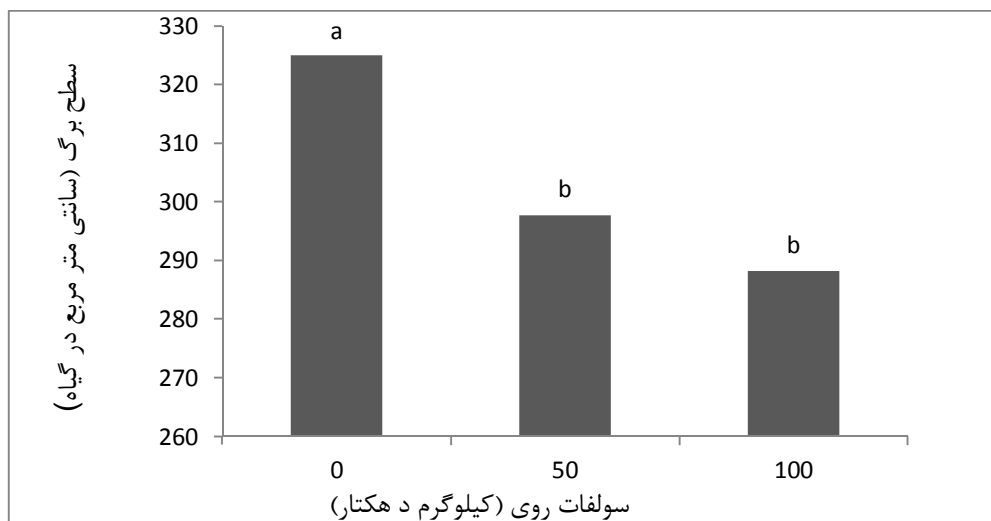
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی سولفات روی بر سطح برگ گیاه ذرت معنی‌دار شده است (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین سطوح مختلف سولفات روی اثر عدم مصرف سولفات روی بر سطح برگ ذرت بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه عدم مصرف سولفات روی توانسته است سطح برگ را معادل ۱۱/۴ درصد در شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۱۹). به نظر می‌رسد افزایش سولفات روی سبب بروز مسمومیت روی گردیده و مانع انتقال عناصر غذایی در نتیجه

اختلال فتوسنتز در گیاه گردیده باشد. مصرف روی در غلظت‌های بالا سبب اختلال در فرآیندهای فیزیولوژی و بیوشیمیایی و باعث کاهش رشد محصول دهی در گیاه لوبیا شد (خاوری نژاد و همکاران، ۱۳۸۹). روی در غلظت زیاد مانع جذب عناصر ضروری به ویژه آهن، پتاسیم، و کلسیم برای رشد گیاه می‌شود ارتباط میان افزایش سطح برگ با افزایش غلظت فلز روی را، می‌توان به نقش این فلز در بیوسنتز اکسین به عنوان یک هورمون محرک رشد در گیاه نسبت داد، زیرا فلز روی به احتمال زیاد به عنوان کوفاکتور برخی از آنزیم‌ها در بیوسنتز اسیدهای آمینه تریپتوفان به عنوان پیش ماده سنتز اکسین در تبدیل اسید آمینه تریپتوفان به ایندول استیک اسید نقش دارد. اکسین محرک طویل شدن سلول‌ها در ساقه و کولئوپتیل می‌باشد. بنابراین افزایش روی در حد مناسبی سبب افزایش اکسین در گیاه در نتیجه تحریک رشد گیاه می‌شود. از سوی دیگر گزارش شده است روی در غلظت‌های کم از طریق فعالسازی آنزیم‌های مربوط به فرآیند تکثیر و طویل شدگی سلول‌ها نیز می‌تواند سبب تحریک رشد در گیاه شود. مسمومیت ناشی از روی فرآیندهای فیزیولوژیکی اثر کرده و نهایتاً موجب کاهش رشد در سایر بخش‌های گیاه می‌شود.

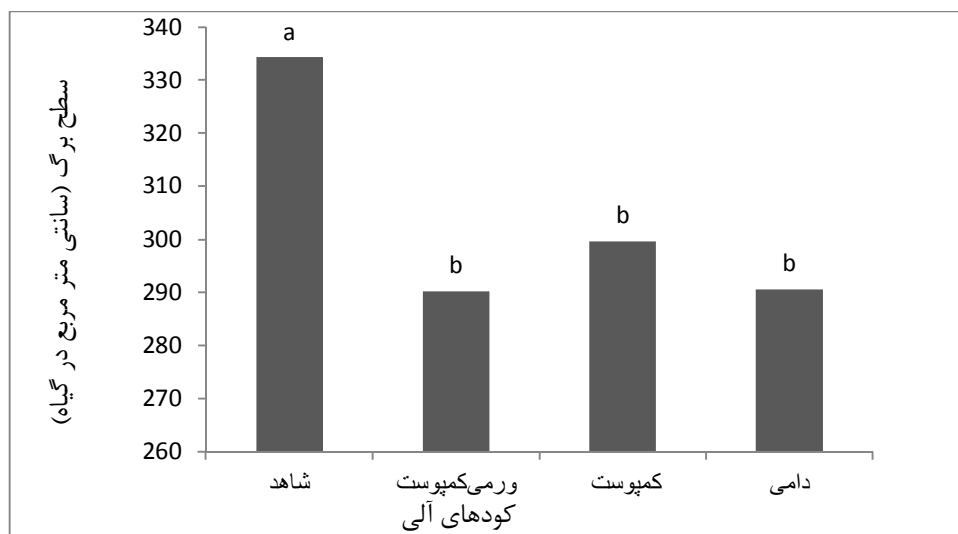
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی کودهای آلی بر سطح برگ ذرت معنی‌دار شده است (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین کودهای آلی اثر عدم مصرف کود آلی بر سطح برگ بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه عدم مصرف سولفات روی توانسته سطح برگ را معادل  $13/2$  درصد در شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۲۰). همانطور که قبلاً گفته شده یکی از دلایلی که سبب کاهش سطح برگ می‌شود بالا بودن هدایت الکتریکی در ترکیب کودهای آلی می‌باشد. شوری نه تنها از طریق کاهش تعداد و سطح برگ سبب کاهش ظرفیت کل فتوسنتزی در گیاهان گردید. بلکه با افزایش شوری به موازات کاهش سطح برگ میزان کلروفیل برگ‌ها کاهش می‌یابد. در واقع سطح برگ و غلظت کلروفیل در ارتباط با یکدیگرند، که با نتایج برخی پژوهشگران مطابقت دارد (شمس‌الدین

سعید و فرهبخش، ۱۳۸۸). شوری موجب کاهش تعداد برگ، سطح برگ و تسریع در پیری برگ می‌شود (مس و گریو، ۱۹۹۰).

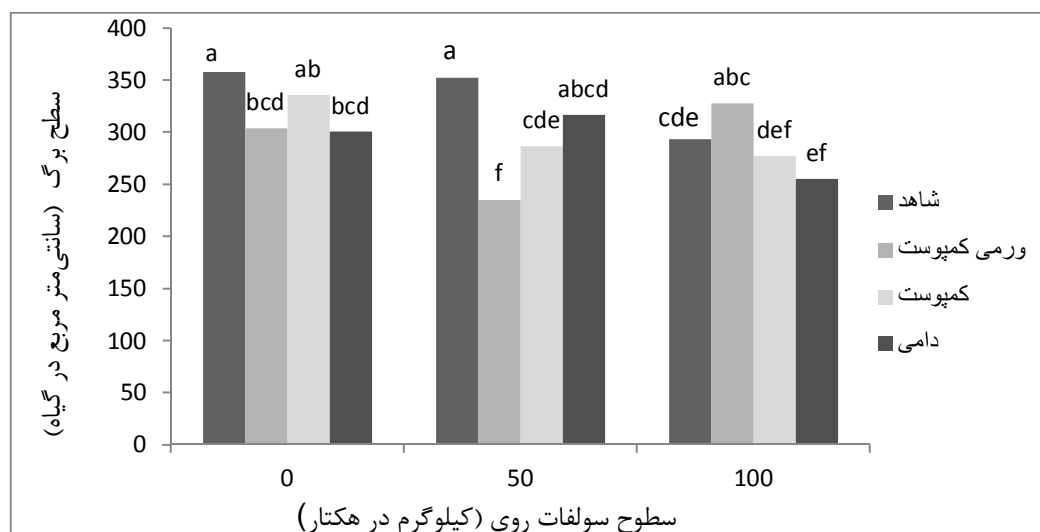
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی بر سطح برگ ذرت معنی‌دار شده است (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین این ترکیب کودی اثر عدم مصرف سولفات روی و کودهای آلی بر سطح برگ بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه عدم مصرف سولفات روی و کودهای آلی توانسته است سطح برگ ذرت را معادل  $20/8$  درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۲۱). به نظر می‌رسد ترکیب این تیمارهای کودی شرایط بهینه‌ای را جهت رشد گیاه فراهم نکرده است. هرچه غلظت روی در تیمارها افزایش پیدا کند سطح پهنک برگ کاهش معنی‌داری پیدا می‌کند. و این موجب می‌شود شدت فتوسنتز کاهش پیدا کند. شوری از طریق کاهش فشار تورژسانس سبب کاهش رشد توسعه سلول‌ها خصوصاً در ساقه و برگ‌ها گردیده و به همین دلیل اثر محسوس شوری بر روی گیاهان به صورت تعداد کمتر برگ‌ها، اندازه کوچکتر آن‌ها و ارتفاع کمتر گیاهان مشاهده گردید (شارما و دبی، ۲۰۰۴). از آنجا که شوری موجب اختلال در جذب عناصر غذایی و برهم زدن تعادل یونی در گیاهان می‌شود. می‌توان کاهش رشد و توسعه برگ‌ها و ساقه‌ها را به کمبود عناصر غذایی و اختلالات تغذیه‌ای ناشی از شوری نسبت داد (شمس‌الدین سعید و فرهبخش، ۱۳۸۸)، که با نتایج برخی محققین مطابقت دارد (میر محمدی میبیدی و قره یاضی، ۱۳۸۱).



شکل ۴-۱۹: تاثیر سولفات روی بر سطح برگ تک بوته. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۲۰: تاثیر کودهای آلی بر سطح برگ تک بوته. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۲۱: تاثیر سولفات روی و کودهای آلی بر سطح برگ تک بوته. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

#### ۴-۱-۱۱- عملکرد

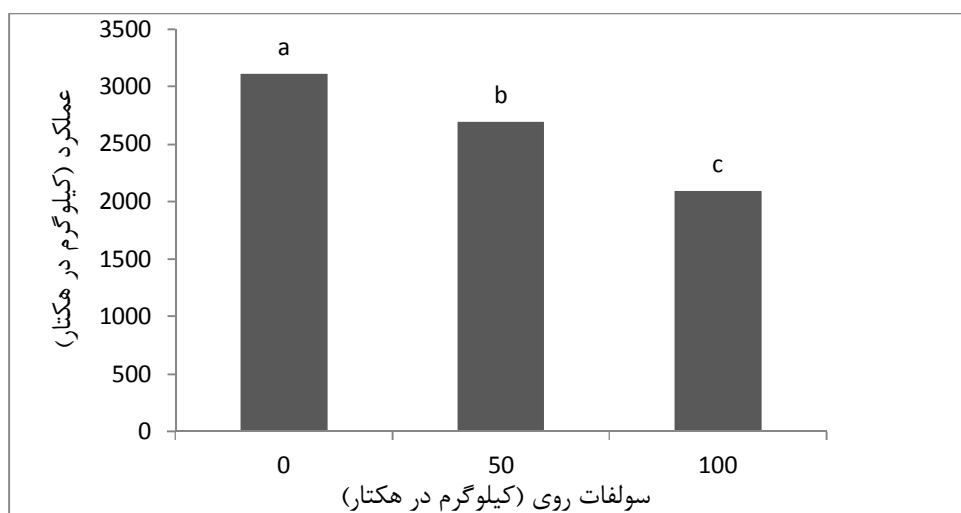
نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی سولفات روی بر عملکرد معنی‌دار ذرت شده است (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین سطوح مختلف سولفات روی اثر عدم مصرف سولفات روی بر عملکرد دانه ذرت بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه عدم مصرف سولفات روی توانسته است عملکرد دانه ذرت را معادل  $32/7$  درصد در شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۲۲). در این پژوهش با افزایش سولفات روی عملکرد کاهش پیدا کرده که احتمالاً مربوط به مسمومیت روی می‌باشد. مسمومیت ناشی از روی ابتدا در نوک ریشه‌ها روی می‌دهد با کاش طول و وزن خشک آن مشخص می‌شود. در نتیجه فرآیندهای فیزیولوژیکی نظیر تعرق، تنفس و فتوسنتز اثر کرده و نهایتاً موجب کاهش رشد در سایر بخش‌های گیاه می‌شود. مصرف روی در غلظت‌های بالا سبب اختلال در فتوسنتز، کاهش رشد محصول دهی و اثر بازدارنده‌ای بر قابلیت جذب سایر عناصر ضروری در گیاه لوبیا شده است (خاوری نژاد و همکاران، ۱۳۸۹). برخی پژوهشگران گزارش نمودند مصرف بیش از حد عناصر کم مصرف سبب عدم تعادل عناصر غذایی و کاهش رشد گیاه می‌گردد (ملکوتی و لطف‌الهی، ۱۳۷۸).



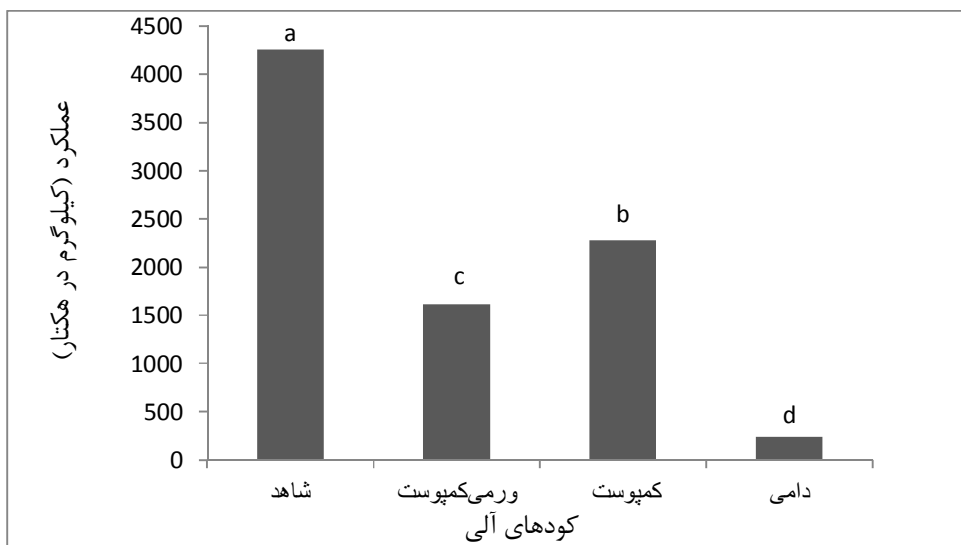
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد، تیمار اصلی کودهای آلی عملکرد معنی‌داری شده است (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین کودهای آلی اثر عدم مصرف کود آلی بر عملکرد دانه ذرت بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه عدم مصرف سولفات روی توانسته عملکرد دانه را معادل ۹۴/۴ درصد در شاهد افزایش دهد. کمترین مقدار عملکرد در تیمار کود دامی ۲۳۹/۴ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (شکل ۴-۲۳). به نظر می‌رسد مصرف کودهای آلی مورد آزمایش سبب کاهش عملکرد در ذرت گردیده است. به دلیل بالا بودن هدایت الکتریکی در ترکیب کودهای آلی مورد استفاده شوری خاک را افزایش داده است و اثر سوئی بر عملکرد داشته است. بالا بودن شوری در کودهای آلی یکی از محدودیت‌های استفاده از این کودهای می‌باشد کودهای آلی سبب بالا رفتن نمک‌های محلول خاک می‌شوند و عملکرد گیاهان زراعی کاهش می‌یابد (دیانت نژاد و شمیم، ۱۳۷۸). پژوهشگران نشان دادند که مصرف لجن فاضلاب باعث کاهش اسیدیته و افزایش شوری خاک می‌گردد (میلر و همکاران، ۱۹۸۶).

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر تیمار ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی بر عملکرد ذرت معنی‌دار شده است (جدول ۴-۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین این ترکیب کودی اثر عدم مصرف سولفات روی و کودهای آلی بر عملکرد دانه ذرت بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه عدم مصرف سولفات روی و کودهای آلی توانسته است عملکرد دانه ذرت را معادل ۸۸/۱ درصد در شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۲۴). علت کاهش عملکرد در تیمارهای آزمایشی دیگر را می‌توان به افزایش غلظت نمک‌های محلول در کودهای آلی نسبت داد. تحقیقاتی در بررسی عملکرد دانه ذرت و برنج با مصرف مقادیر مختلف کودهای آلی نشان دادند، که کاربرد مقادیر بالای کودی، باعث عملکرد کمتری نسبت به مصرف کمتر آن‌ها می‌شود که به استناد به یافته‌های سایر محققان دلیل آن را افزایش شوری خاک در نتیجه مصرف کودهای آلی مختلف از جمله کمپوست لجن فاضلاب و شیرابه زباله شهری دانستند. یکی از محدودیت‌های مصرف مواد آلی که ممکن است تولید محصول را تحت تاثیر قرار

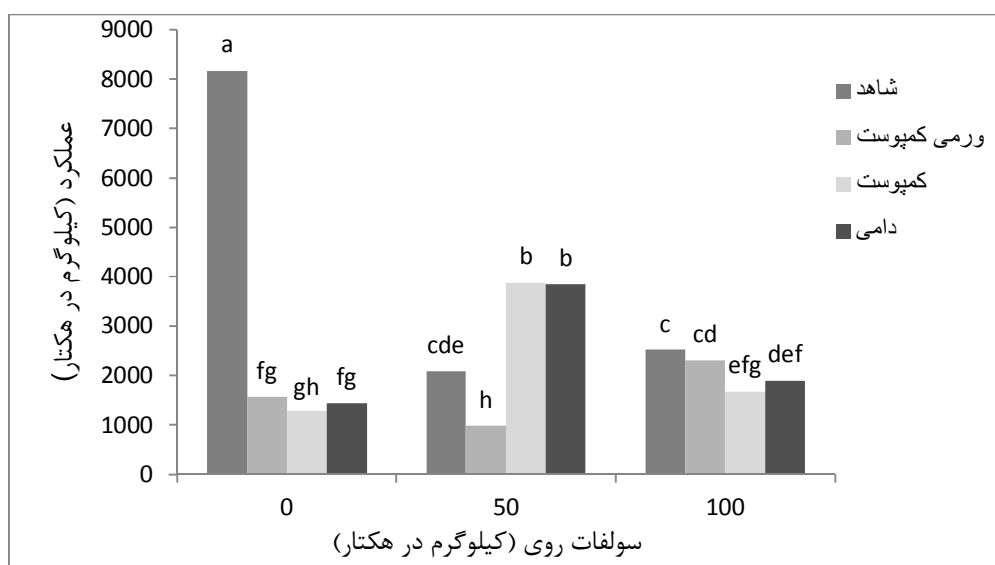
دهد، افزایش شوری و نسبت جذبی سدیم (SAR) خاک است، که توانسته است سبب کاهش محصول و تخریب ساختمان خاک گردد. با افزایش شوری خاک قابلیت جذب عناصر غذایی مختل می‌شود و سبب کاهش رشد و عملکرد در گیاه می‌شود. شوری ناشی از مصرف بیش از حد مواد آلی باعث کاهش سطح فتوسنتز کننده ذرت و در نتیجه کاهش عملکرد گردید (کافی و استوارت، ۱۳۷۷). مصرف لجن فاضلاب باعث کاهش اسیدیته و افزایش شوری خاک می‌گردد (میلر و همکاران، ۱۹۸۶). مقادیر زیاد یون‌های سدیم و کلر می‌تواند قابلیت دسترسی یون‌های دیگری مثل پتاسیم، منیزیم، ازت و فسفر برای رشد گیاه که ضروری هستند تحت تاثیر قرار دهد (تاتورا، ۲۰۰۸).



شکل ۴-۲۲: اثر سولفات روی بر عملکرد. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۲۳: تاثیر کودهای آلی بر عملکرد. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۲۴: تاثیر سولفات روی و کودهای آلی بر عملکرد. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

## ۲-۴ برخی خصوصیت‌های خاک

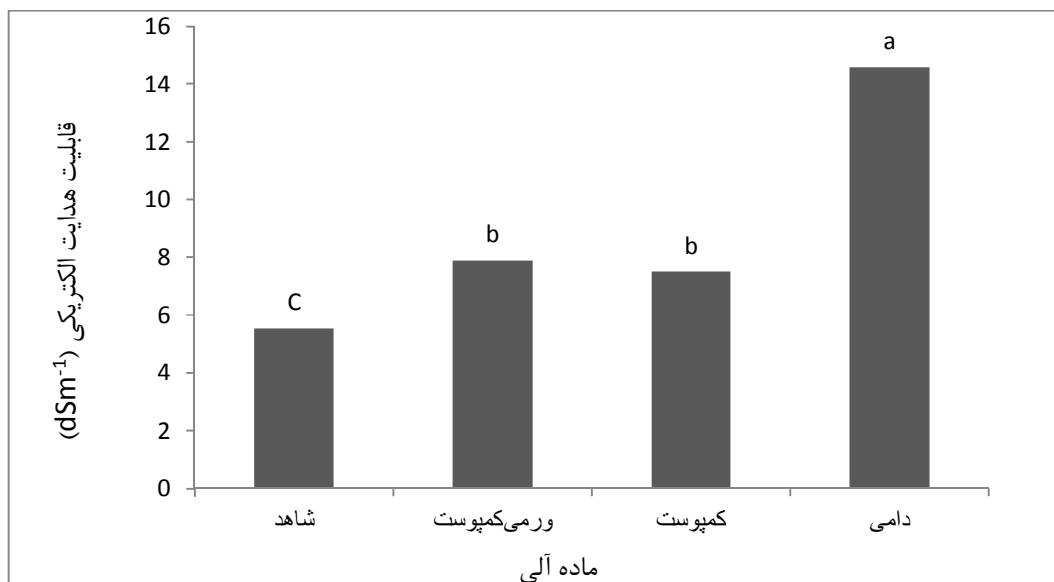
### ۴-۲-۱- هدایت الکتریکی (EC)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر تیمار اصلی سولفات روی بر هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک معنی‌دار نشده است (جدول ۴-۳).

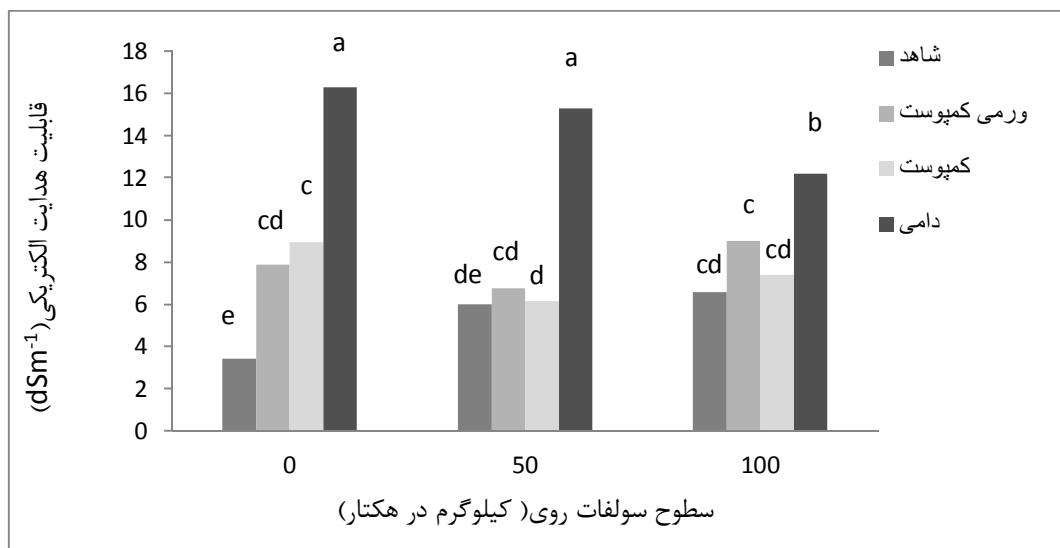
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی کودهای آلی بر هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک معنی‌دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین کودهای آلی اثر کود دامی بر قابلیت هدایت الکتریکی خاک بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه ۳۰ تن در هکتار کود دامی توانسته است قابلیت هدایت الکتریکی را معادل  $\frac{1}{6}$  برابر نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۲۵). بیشتر بودن هدایت الکتریکی در کود دامی مربوط به بیشتر بودن املاح است که بار دیگر می‌توان آن را به جیره غذایی دام ارتباط داد که باعث شده میزان هدایت الکتریکی افزایش پیدا کند. کود حیوانی و یا کمپوست، حاوی نمک‌های محلول نسبتاً بالایی است، استفاده مکرر از آن‌ها و یا در مقادیر زیاد، می‌تواند شوری خاک را تشدید کند و مانع رشد گیاه شود. البته این بستگی به مقاومت گیاه به شوری، شوری اولیه خاک و وضعیت عناصر غذایی خاک دارد (اسمیت و همکاران، ۲۰۰۱)، که با نظریات پژوهشگران دیگر مطابقت دارد (وانگ و همکاران، ۱۹۹۹). مصرف کود دامی به دلیل افزایش دادن EC خاک، باعث سوزاندن تعدادی از بذور و در نتیجه کاهش عملکرد گیاه شده است (نورقلی‌پور و همکاران، ۱۳۸۲).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر تیمار ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی بر هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک معنی‌دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین این ترکیب کودی اثر عدم مصرف سولفات روی و ۳۰ تن در هکتار کود دامی بر قابلیت هدایت

الکتریکی خاک بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه عدم مصرف سولفات روی و ۳۰ تن درهکتار کود دامی توانسته است قابلیت هدایت الکتریکی را معادل ۳/۷ برابر نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۲۶). به نظر می‌رسد به دلیل بالا بودن غلظت املاح در کودهای آلی، ترکیب آن‌ها با سولفات روی نتوانسته است غلظت این املاح را کاهش دهد. بنابراین تاثیر خوبی بر هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک نداشته است. شوری اضافی می‌تواند منجر به تغییراتی در وضعیت تغذیه‌ای عناصر دیگر شود. مثلا کاهش جذب پتاسیم، فسفر و کاهش رشد و عملکرد گیاه از نتایج افزایش شوری است مصرف بهینه فلز روی سبب کاهش سدیم می‌شود و اثرات منفی شوری را کاهش می‌دهد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). شوری ناشی از مصرف بیش از حد مواد آلی باعث کاهش سطح فتوسنتز کننده ذرت و در نتیجه کاهش عملکرد گردید (کافی و استوارت، ۱۳۷۷). در خاک‌های شور غلظت زیاد املاح در خاک سبب کاهش جذب آب توسط گیاه و می‌شود. در نتیجه رشد ریشه و به دنبال آن میزان جذب مواد غذایی کاهش یافته و مواد غذایی بیشتری باید در اختیار گیاه قرار گیرد تا رشد کافی حاصل شود (آل‌راهایی و همکاران، ۱۹۹۰).



شکل ۴-۲۵: تاثیر کودهای آلی بر هدایت الکتریکی خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۲۶: تاثیر سولفات روی و کودهای آلی بر هدایت الکتریکی خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

#### ۴-۲-۲- اسیدیته خاک

برجسته‌ترین ویژگی شیمیایی خاک، اسیدیته آن می‌باشد. بسیاری از ویژگی‌های شیمیایی خاک به دنبال آن رشد گیاه و فعالیت موجودات زنده خاک و همچنین قابلیت دسترسی عناصر غذایی مورد نیاز به اسیدیته خاک بستگی دارد (مجللی، ۱۳۶۶). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی سولفات روی و تیمار ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی اثر معنی‌داری بر اسیدیته خاک نداشته است (جدول ۴-۳).

#### ۴-۲-۳- ماده آلی خاک

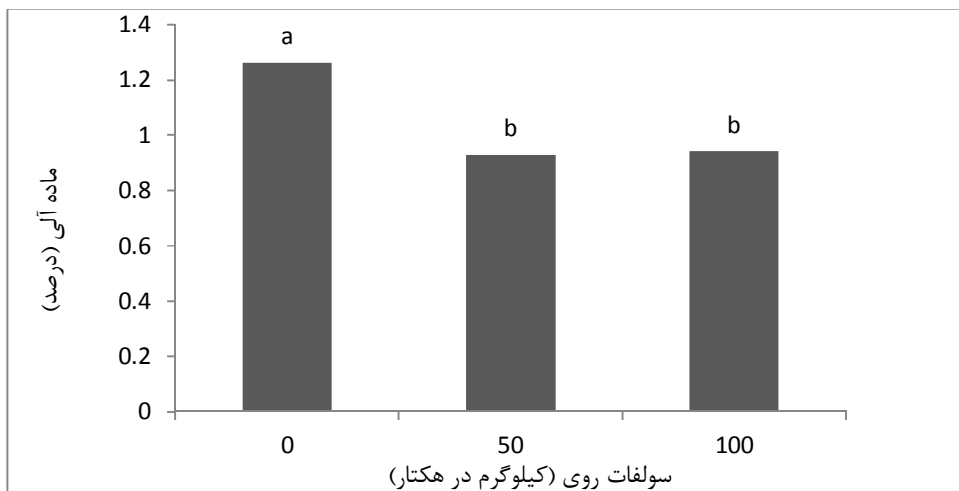
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی سولفات روی بر ماده آلی خاک معنی‌دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین سطوح مختلف سولفات روی اثر عدم مصرف سولفات روی بر ماده آلی خاک بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه عدم مصرف سولفات روی توانسته است ماده آلی خاک را معادل ۰/۳ درصد نسبت به کمترین ماده آلی خاک افزایش دهد (شکل ۴-۴).

۲۷). بر اساس بررسی‌های بدست آمده در مورد اثر سولفات روی بر درصد ماده آلی خاک هیچگونه مطالعه‌ای انجام نشده است.

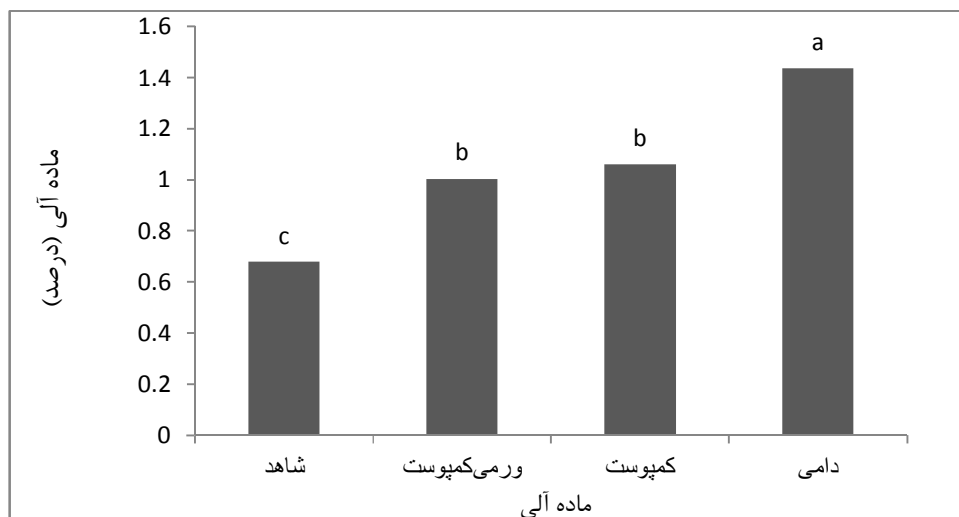
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر تیمار اصلی کودهای آلی بر ماده آلی خاک معنی‌دار شده است (جدول ۳-۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین کودهای آلی اثر کود دامی بر ماده آلی خاک بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمپوست زباله شهری سبب افزایش ماده آلی خاک شده است (به ترتیب ۱/۰۰۴ و ۱/۰۶۰ درصد). بطوریکه ۳۰ تن در هکتار کود دامی توانسته است ماده آلی خاک را معادل ۰/۷ درصد نسبت به کمترین مقدار افزایش دهد (شکل ۴-۲۸). به نظر می‌رسد کودهای آلی با تولید ترکیبات پیچیده هوموس ضمن تجزیه باعث افزایش ماده آلی خاک شده است. که اثر کود دامی بیشتر بوده است. بر اساس تحقیقات صورت گرفته این نتایج حاصل شده است که استفاده از کود دامی باعث حاصلخیزی خاک می‌شود. در اثر استفاده از کود دامی ترکیبات پیچیده، مانند اسیدهای آلی و پلی ساکاریدها که از تجزیه کود دامی در خاک حاصل شده که به صورت سیمانی در ارتباط با ذرات خاک عمل کرده و ساختار خاک را بهبود می‌بخشد (شیرانی و همکاران، ۲۰۰۲)، که با نتایج برخی محققین دیگر مطابقت دارد (گونگ و همکاران، ۲۰۰۹). افزایش ماده آلی به خاک به فرم‌های مختلف کود دامی، کود سبز، فاضلاب، بقایای محصولات و کمپوست بسیار مفید خواهد بود. که در نهایت سبب توسعه و ایجاد ساختمان خوب در خاک می‌شود. از طرفی در پیوند ذرات خاک به صورت خاکدانه کمک موثری می‌کند (اسمیت و همکاران، ۱۹۹۳).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی بر ماده آلی خاک معنی‌دار شده است (جدول ۳-۴). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین این ترکیب کودی اثر عدم مصرف سولفات روی و ۶ تن در هکتار کمپوست زباله شهری بر ماده آلی خاک بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه عدم مصرف سولفات روی و ۶ تن در هکتار کمپوست زباله شهری توانسته است

ماده آلی خاک را معادل ۰/۹ درصد نسبت به کمترین ماده آلی خاک افزایش دهد (شکل ۴-۲۹). با مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی اختلاف معنی داری ندارد. معدنی شدن مواد آلی با گذشت زمان یک فرآیند بیولوژیکی است بستگی به درصد ماده آلی و زمان دارد (الکساندر و همکاران، ۱۹۹۰). با افزودن کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب به خاک ماده آلی خاک افزایش یافت (کلباسی، ۱۳۷۵).

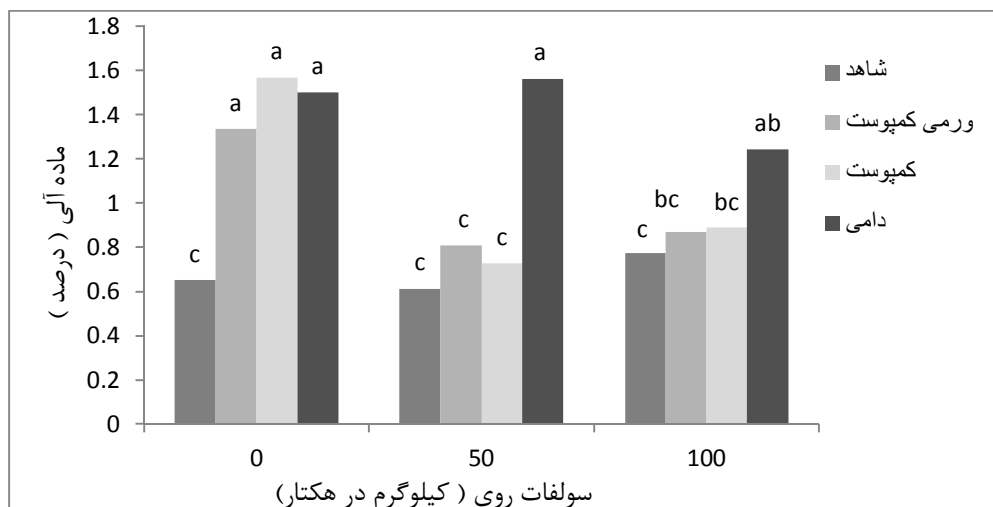


شکل ۴-۲۷: تاثیر سولفات روی بر ماده آلی خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی دار ندارند.



شکل ۴-۲۸: تاثیر کودهای آلی بر ماده آلی خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی دار ندارند.





شکل ۴-۲۹: تاثیر سولفات روی و کودهای آلی بر ماده آلی خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

#### ۴-۲-۴- فسفر قابل جذب

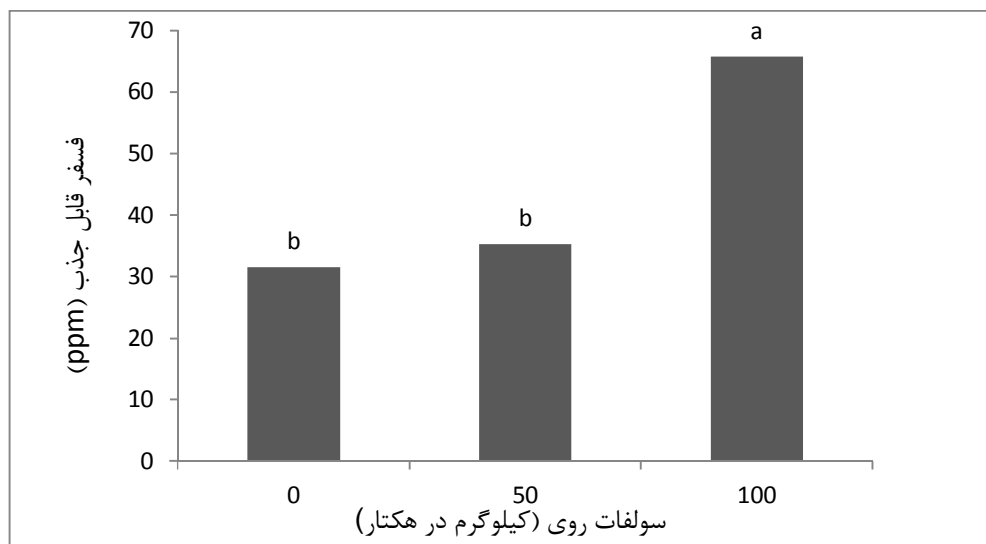
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی سولفات روی بر مقدار فسفر قابل جذب خاک معنی‌دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین سطوح مختلف سولفات روی اثر ۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار سولفات روی بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه ۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار سولفات روی توانسته است فسفر قابل جذب خاک را معادل ۱/۰۵۸ برابر نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۳۰). اکثر پژوهشگران بر این باورند که بین روی و فسفر رابطه منفی وجود دارد و شماری اثرات متقابل مذبور را ناچیز دانسته و دیگر عوامل موثر بر رشد را در نسبت جذب فسفر و روی موثر می‌دانند. که با نظریات برخی محققین مطابقت دارد (طاهری و همکاران، ۱۳۹۰).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی کودهای آلی بر میزان فسفر قابل جذب معنی‌دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین کودهای آلی اثر ورمی‌کمپوست زباله شهری بر میزان فسفر قابل جذب بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه ورمی‌کمپوست زباله شهری توانسته است فسفر قابل جذب خاک را معادل ۴/۶ برابر نسبت به شاهد

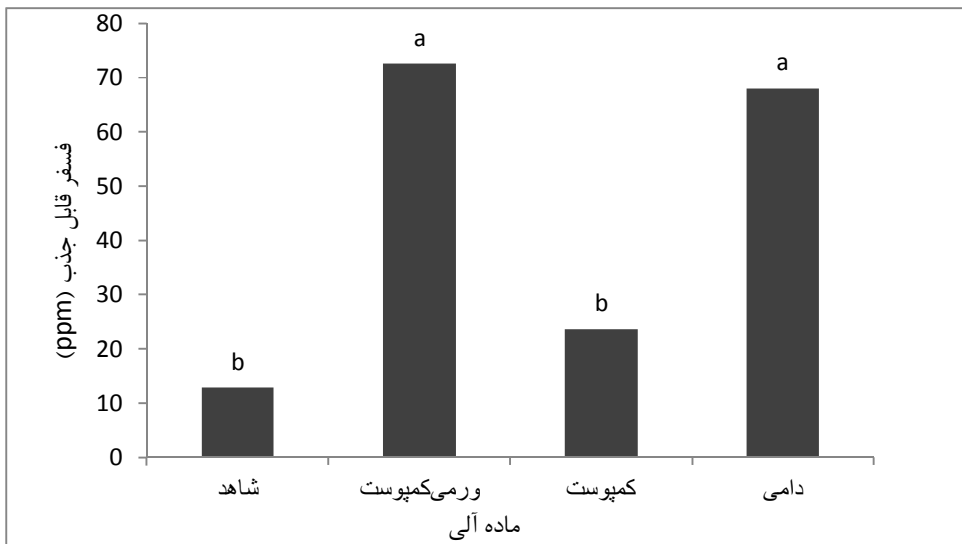
افزایش دهد. البته با مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی اختلاف معنی‌دار ندارد (شکل ۴-۳۰). به نظر می‌رسد در طول تجزیه میکروبی مواد آلی تیره بدلیل اسیدهای آلی تولید شده قابلیت استفاده فسفر افزایش می‌یابد. بالا بودن مقدار فسفر قابل جذب خاک در تیمار ورمی‌کمپوست و دامی را می‌توان به بالا بودن فسفر در ترکیب کودی آن‌ها نیز نسبت داد. اضافه کردن لجن فاضلاب به خاک باعث افزایش عناصر غذایی پر مصرف گیاهی به ویژه نیتروژن و فسفر می‌گردد و این امر موجب بهبود حاصلخیزی خاک می‌گردد (لوگان و همکاران، ۱۹۷۹). افزایش سطح عناصر غذایی قابل دسترس ممکن است به علت اسیدیته تولید شده به وسیله تجزیه لجن فاضلاب و تاثیر آن روی حلالیت تعدادی از معدنی‌های خاک باشد و یا بخاطر آزاد سازی عناصر از پوسیدگی و فساد لجن به وسیله فعالیت میکرواورگانیزم‌ها می‌باشد (عبدل ناصر و حسین، ۲۰۰۱).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آنست که فسفر قابل جذب خاک در تیمار ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی معنی‌دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، که در بین این ترکیبات کودی اثر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست زباله شهری بر فسفر قابل جذب خاک بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست زباله شهری توانسته است فسفر قابل جذب خاک را معادل ۱۶/۵ برابر نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۳۱). در اثر مصرف این کودهای آلی مقدار قابل توجهی از این عناصر مستقیماً به خاک اضافه شد، هم زمان با آن، معدنی شدن فرم‌های آلی این عناصر در خاک اتفاق افتاد، ماده آلی اضافه شده به خاک پوششی بر روی اکسیدهای آهن و آلومینیوم ایجاد می‌کنند. بنابراین ظرفیت تثبیت فسفات توسط آن‌ها کاهش می‌یابد. یکی دیگر از دلایل افزایش فسفر در خاک بالاتر بودن مقدار فسفر در ترکیب ورمی‌کمپوست نیز می‌باشد. افزایش مستقیم و آزادسازی تدریجی فسفر را به ترتیب در اثر مصرف ورمی‌کمپوست و کمپوست گزارش نمودند. آن‌ها افزایش ازت، فسفر و پتاسیم را

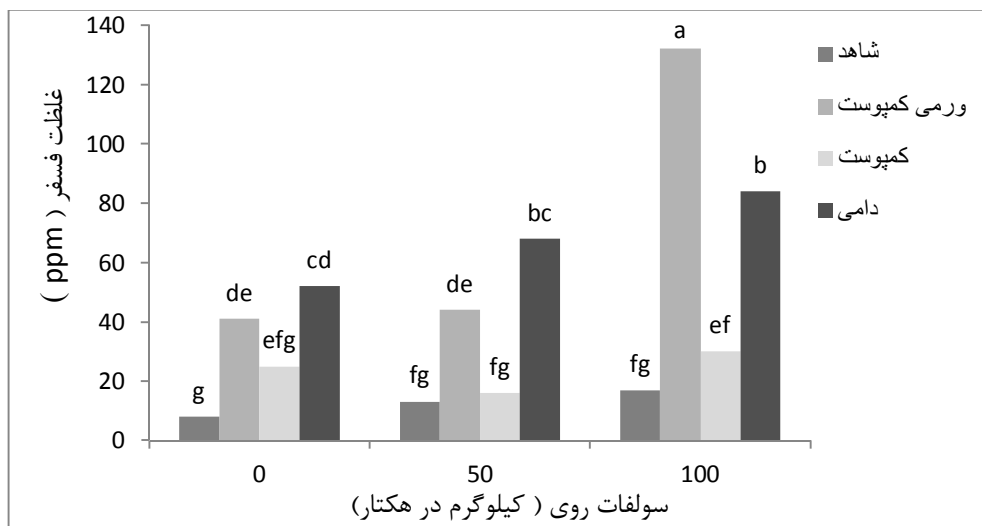
در خاک در اثر مصرف کمپوست و ورمی کمپوست معلول افزایش مستقیم و آزادسازی تدریجی این عناصر از کودهای اضافه شده به خاک دانستند (گوپال و ردی، ۱۹۹۸). ورمی کمپوست حاوی عناصر غذایی به شکل قابل استفاده از قبیل نیترات، فسفر و پتاسیم محلول است (اروزکوو و همکاران، ۱۹۹۶). افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک، میزان نفوذپذیری و تخلخل و کاهش چگالی ظاهری خاک بر اثر اضافه کردن ورمی کمپوست به دلیل تاثیر ورمی کمپوست بر خاکدانه سازی اتفاق می افتد (ردی و ردی، ۱۹۹۸). ترکیبات هوموسی نقش مهمی در تهویه، ظرفیت نگهداری آب خاک و نفوذپذیری آن دارند (وهر، ۲۰۰۴). استفاده از ورمی کمپوست باعث بهبود خصوصیات فیزیکی و همچنین میزان عناصر غذایی موجود در آن بیشتر از کود دامی بوده و عناصر به طور کامل جذب می شوند (ماسکیاندارو، ۱۹۹۷).



شکل ۴-۳۰: تاثیر سولفات روی بر میزان فسفر قابل جذب خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۳۱: تاثیر کودهای آلی بر میزان فسفر قابل جذب خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۳۲: تاثیر سولفات روی و کودهای آلی بر میزان فسفر قابل جذب خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

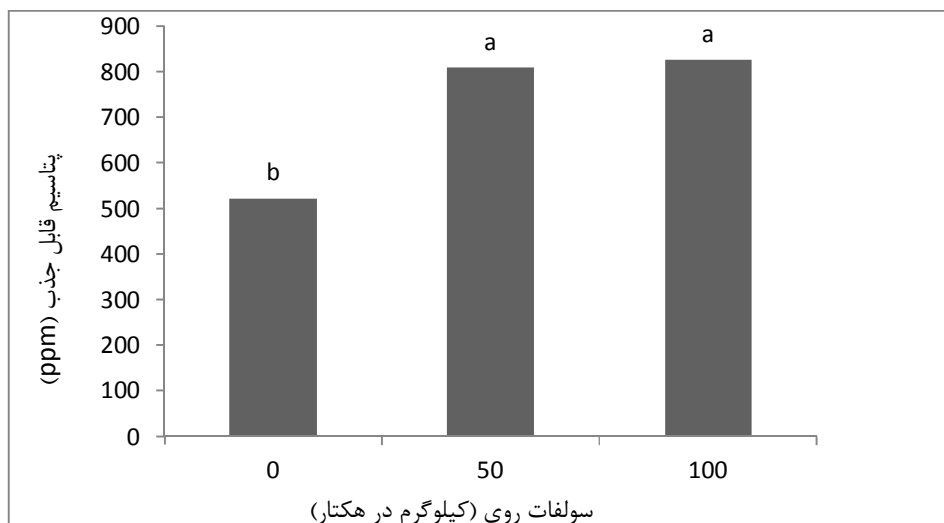
#### ۴-۲-۵- پتاسیم قابل جذب خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی سولفات روی بر مقدار پتاسیم قابل جذب خاک معنی‌دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین سطوح مختلف سولفات روی اثر ۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار سولفات روی بر پتاسیم قابل جذب خاک بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه ۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار سولفات روی توانسته است پتاسیم قابل جذب خاک را معادل ۵۷/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۳۳). در این طرح استفاده از سولفات روی سبب کاهش جزئی شوری خاک شده است در نتیجه قابلیت جذب پتاسیم خاک افزایش می‌یابد، که با نظریات محققین دیگر مطابقت دارد (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۰). محلول پاشی با عناصر کم مصرف روی، آهن و منگنز سبب افزایش نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ می‌شود (تاواریس و همکاران، ۲۰۰۳).

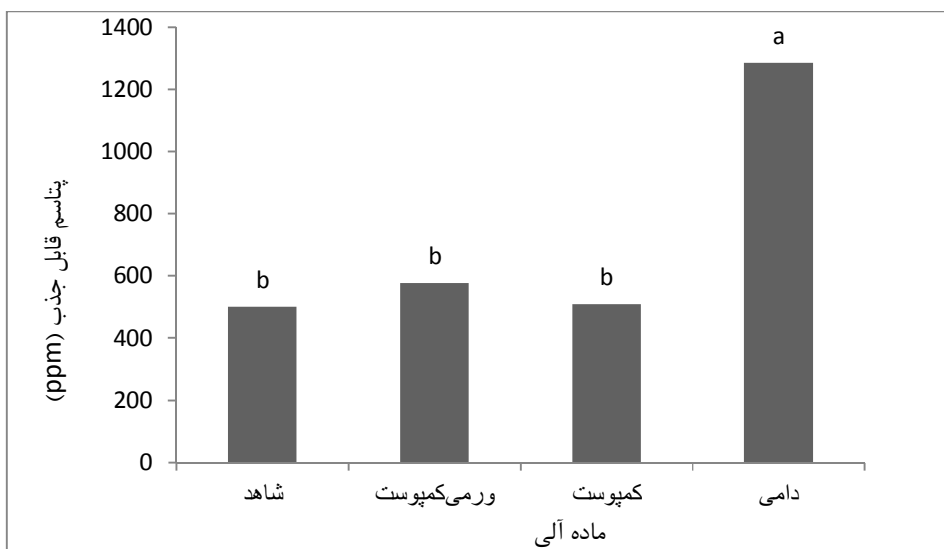
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی کودهای آلی بر مقدار پتاسیم قابل جذب خاک معنی‌دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین کودهای آلی اثر کود دامی بر مقدار پتاسیم قابل جذب خاک نسبت به سایر تیمارها بیشتر می‌باشد. بطوریکه ۳۰ تن در هکتار کود دامی توانسته است مقدار پتاسیم قابل جذب خاک را معادل ۱/۵ برابر نسبت به شاهد افزایش دهد. کودهای آلی کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست زباله شهری نیز سبب افزایش پتاسیم قابل جذب خاک (به ترتیب ۵۱/۲، ۵۷۸/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) شده‌اند. کمترین مقدار آن در تیمار عدم مصرف کود آلی (۵۰۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مشاهده شده است (شکل ۴-۳۴). به نظر می‌رسد استفاده از کود دامی در افزایش پتاسیم قابل جذب خاک بیشتر محسوس است که ناشی از بیشتر بودن پتاسیم در ترکیب این کود است. لذا استفاده از کود دامی علاوه بر داشتن عناصر غذایی، باعث نگهداری آب در خاک و همچنین ایجاد شرایط مناسب برای جذب سایر عناصر در خاک می‌گردد. بخش اعظم ظرفیت تبادل کاتیونی خاک سطحی، اختصاص به مواد آلی خاک دارد. مواد آلی خاک بواسطه سطح ویژه و ظرفیت تبادل کاتیونی زیاد،

جذب کننده مهم عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه می‌باشد (صالحی و همکاران، ۱۳۹۰).

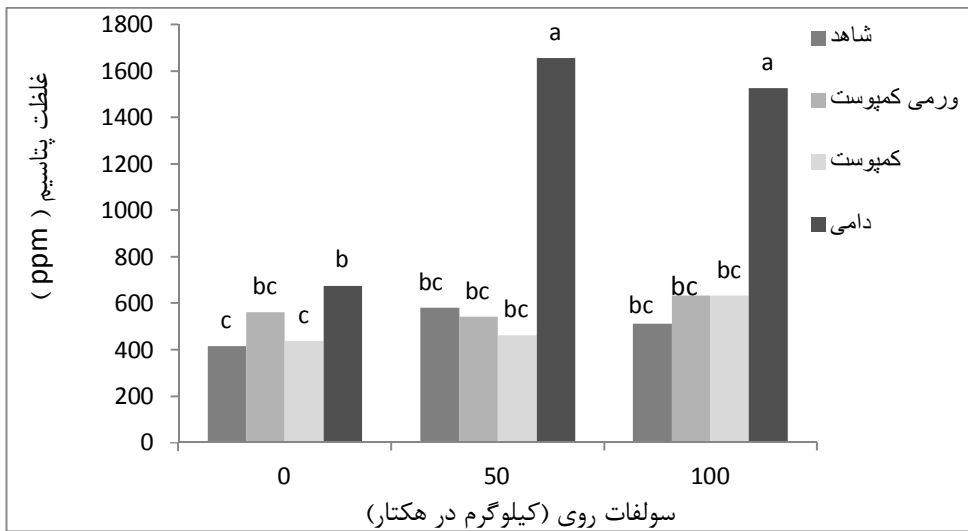
تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آنست که تیمار ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی بر مقدار پتاسیم قابل جذب خاک معنی‌دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، که در بین این ترکیبات کودی اثر ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۳۰ تن در هکتار کود دامی بر پتاسیم قابل جذب خاک بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۳۰ تن در هکتار کود دامی توانسته است پتاسیم قابل جذب خاک را معادل  $2/9$  برابر نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۳۵). هوموس ترکیبات پیچیده‌ای که در نتیجه تجزیه مواد آلی در خاک ایجاد می‌شود. که از نظر حاصلخیزی خاک قابل اهمیت است. هوموس عناصر معدنی را از جمله پتاسیم را جذب خود می‌کند و به تدریج در اختیار گیاه قرار می‌دهد. مواد آلی پس از ورود به خاک بوسیله میکروارگانیسم‌ها تجزیه شده و باعث افزایش هوموس خاک و در نهایت بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک می‌شود (وکیل، ۱۹۹۵). مقدار پتاسیم برگ‌ها و ساقه‌ها گندم در نتیجه مصرف کود دامی و کمپوست نسبت به شاهد بیشتر بود که علت آن را بالاتر بودن مقدار پتاسیم در ترکیب این کودها دانست (رسولی و مفتون، ۱۳۸۹).



شکل ۳-۴: تاثیر سولفات روی بر میزان پتاسیم قابل جذب خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۳-۴: تاثیر کودهای آلی بر میزان پتاسیم قابل جذب خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۳۵: تاثیر سولفات روی و کودهای آلی بر میزان پتاسیم قابل جذب خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

#### ۴-۲-۶ روی قابل جذب در خاک

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی سولفات روی بر مقدار فلز روی قابل جذب در خاک معنی‌دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین سطوح مختلف سولفات روی اثر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی نسبت به سایر سطوح سولفات روی بر مقدار فلز روی قابل جذب خاک بیشتر می‌باشد. بطوریکه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی توانسته است روی قابل جذب خاک را معادل ۵۷/۴ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۳۶). چون که حرکت روی در خاک محدود است، باید نزدیک ریشه قرار داده شود تا حداکثر امکان جذب آن فراهم گردد. روی که از طریق سولفات وارد خاک می‌شود، در بین بخش‌های مختلف توزیع می‌شود. و از آنجا که خاک آهکی می‌باشد، روی پس از ورود به داخل خاک به فرم کربنات روی در می‌آید، که شکل بالقوه استفاده، این عنصر در خاک می‌باشد. سولفات روی به دلیل حلالیت در آب و سهولت مصرف و تولید تجاری در داخل کشور بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نمک، فلز روی را به فرم قابل جذب در اختیار گیاه قرار می‌دهد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۹). تیمارهایی که ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی دریافت کرده‌اند نسبت به بقیه تیمارها از

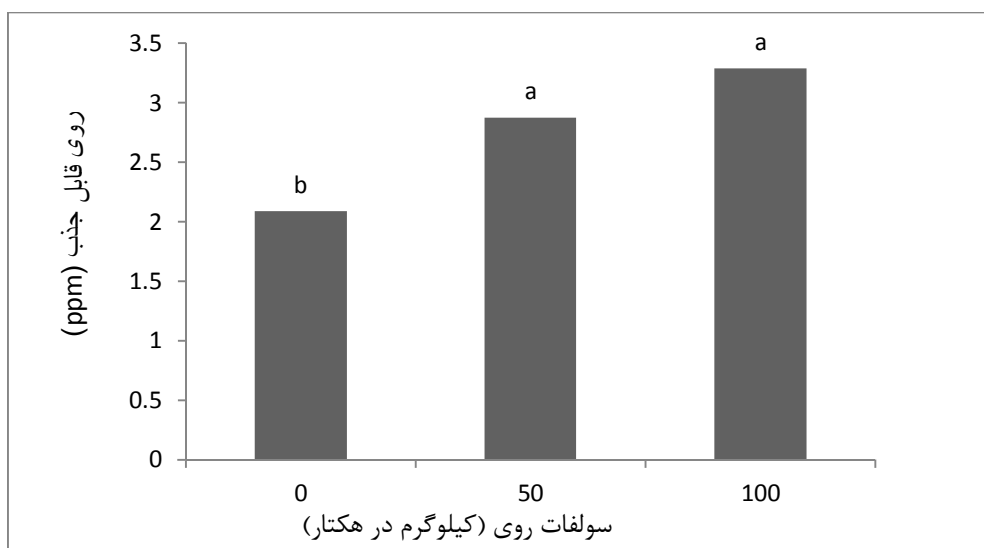


لحاظ غلظت روی در غده سیب زمینی در سطح ۱٪ معنی دار بود و روی در غده سیب زمینی نیز افزایش یافته است (رنجبر و ملکوتی، ۱۳۸۲).

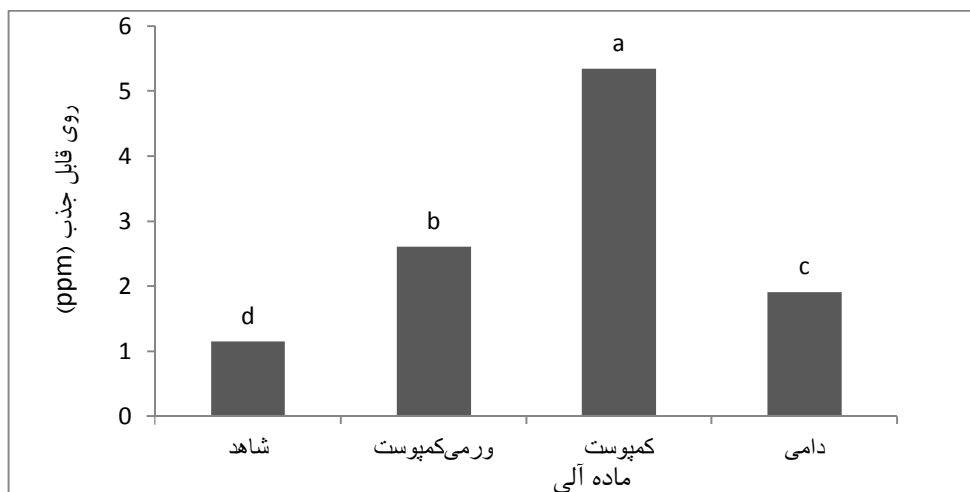
تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آنست که تیمار اصلی کودهای آلی بر مقدار فلز روی قابل خاک معنی دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین کودهای آلی اثر کمپوست زباله شهری بر مقدار فلز روی قابل جذب خاک نسبت به سایر تیمارها بیشتر می‌باشد. بطوریکه ۶ تن در هکتار کمپوست زباله شهری توانسته است فلز روی قابل جذب خاک را معادل ۳/۶ برابر نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۳۷). علت افزایش روی قابل جذب در خاک در اثر استفاده از مصرف کمپوست و ورمی کمپوست زباله شهری می‌تواند به علت افزایش مستقیم این عناصر به خاک با توجه به مقدار آن در کمپوست و ورمی کمپوست زباله شهری (۲۶/۱۶، ۲۱،۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و احتمالاً در اثر آزاد سازی تدریجی این عناصر در اثر معدنی شدن کودهای آلی، کاهش pH توسط اسیدهای آلی موجود در کمپوست و همچنین خاصیت کمپلکس کنندگی مواد آلی و اسیدهای هومیکی موجود در کمپوست و ورمی کمپوست با روی می‌باشد. این کلات‌های آلی دارای حلالیت بیشتر و در نتیجه میزان تثبیت و رسوب آن‌ها در خاک کاهش می‌یابد. نتایج مشابهی از سایر محققین گزارش شده است (بوشانان و همکاران، ۱۹۸۸ و گوپال ردی و همکاران، ۱۹۹۸). مصرف کمپوست زباله شهری به میزان ۵ تا ۱۰ درصد، بطور معنی داری غلظت روی را در گیاه شبدر قرمز و خیار افزایش داده است (ساینز، ۱۹۹۸).

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی بر مقدار فلز روی قابل جذب خاک معنی دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین این ترکیبات کودی اثر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۶ تن در هکتار کمپوست زباله شهری بر فلز روی قابل جذب خاک نسبت به سایر تیمارها بیشتر می‌باشد. بطوریکه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۶ تن در هکتار کمپوست زباله شهری توانسته است روی قابل جذب خاک را معادل ۶/۵ برابر نسبت به کمترین

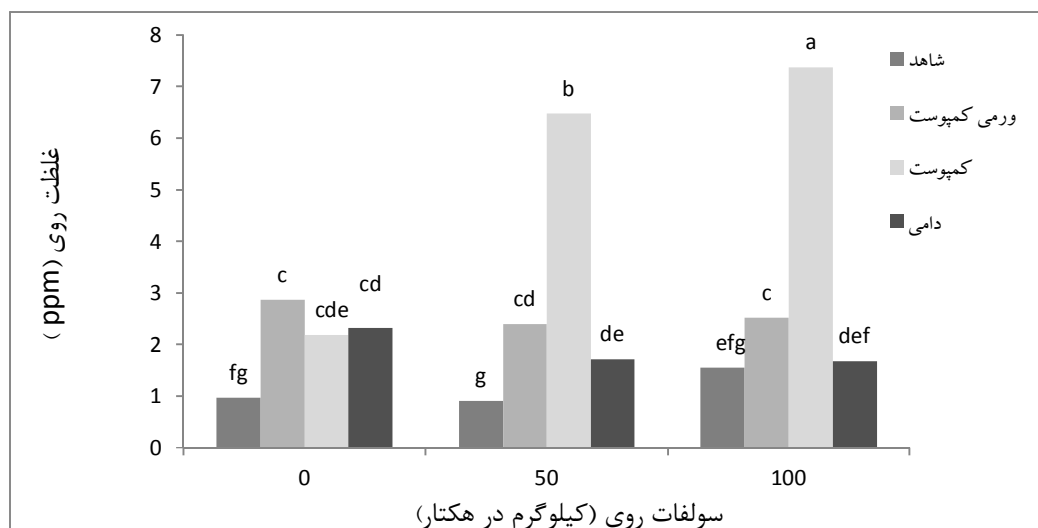
روی قابل جذب خاک افزایش دهد (شکل ۴-۳۸). به نظر می‌رسد، عنصر روی که از طریق کمپوست و سولفات وارد خاک می‌شود در بین بخش‌های مختلف توزیع شده با وجود آنکه میزان ماده آلی خاک به دنبال مصرف کمپوست افزایش می‌یابد ولی بیشترین مقدار روی وارد شده بوسیله کمپوست وارد بخش کربناتی شده و بخش کوچک‌تری از آن نیز وارد بخش باقی‌مانده می‌گردد. روی موجود در بخش کربناتی بطور بالقوه قابل استفاده گیاه می‌باشد. لذا روی مصرفی به شکل کربناتی از اهمیت ویژه‌ای در بالا بردن سطح حاصلخیزی خاک برخوردار است. اضافه کردن کمپوست به خاک قابلیت استفاده از روی و منگنز را افزایش داد (پروس و همکاران، ۱۹۹۶). لجن فاضلاب و کمپوست کودهای مناسب برای تامین روی مورد نیاز در خاک‌های آهکی به شمار می‌روند (رضایی نژاد و افیونی، ۱۳۷۹).



شکل ۴-۳۶: تاثیر سولفات روی بر میزان روی قابل جذب خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۳۷ تاثیر کودهای آلی بر میزان روی قابل جذب خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۳۸: اثر سولفات روی و کودهای آلی بر میزان روی قابل جذب خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

#### ۴-۲-۷- مس قابل جذب

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی سولفات روی بر مس قابل جذب خاک

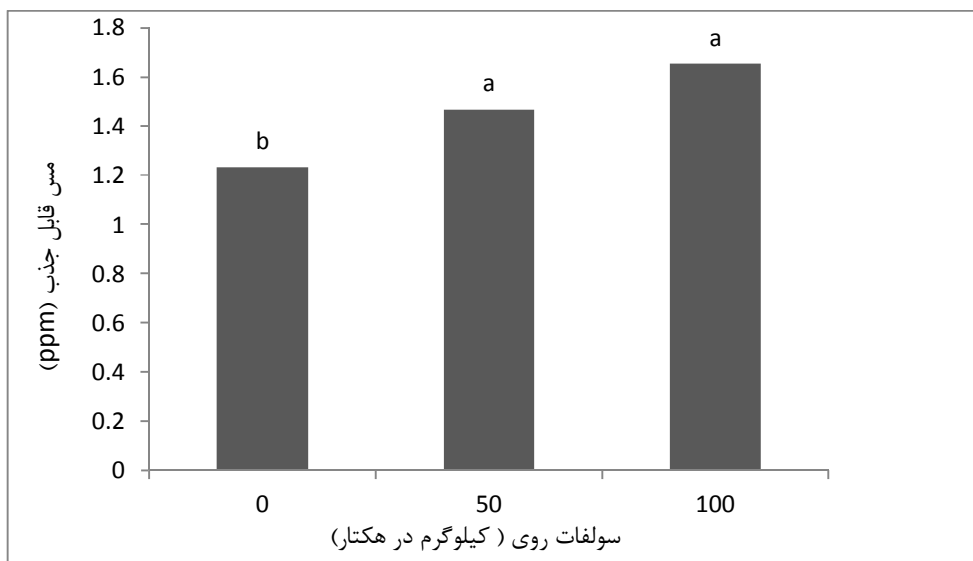
معنی‌دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین سطوح مختلف سولفات روی

اثر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی بر مس قابل جذب خاک بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد.

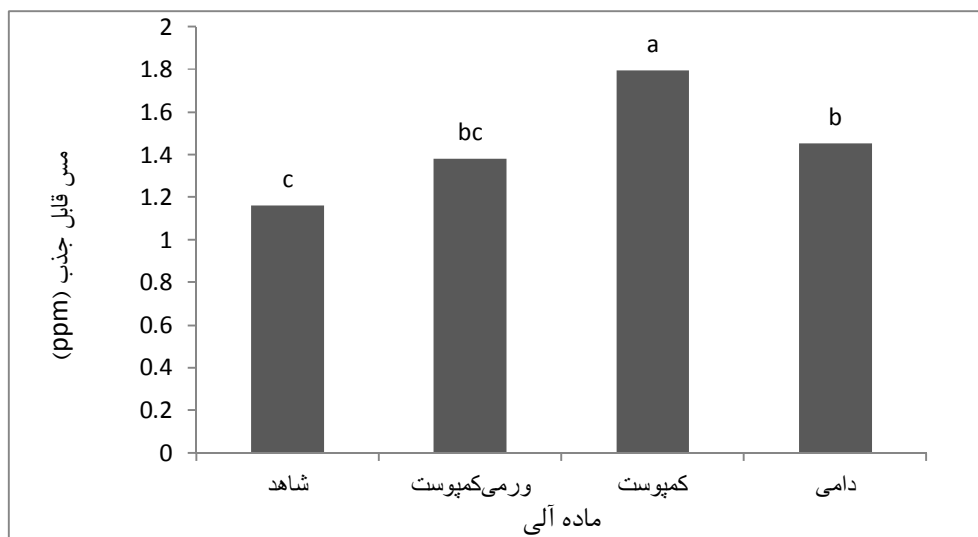
بطوریکه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات توانسته است مس قابل جذب خاک را معادل ۳۳/۱ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۳۹). به نظر می‌رسد استفاده از سولفات روی سبب کاهش هدایت الکتریکی خاک شده و قابلیت جذب مس خاک افزایش یافته است. کاربرد روی تاثیر معنی‌دار و افزایشی بر مقدار عناصر مس، آهن و منگنز در ریشه و مقدار منگنز در اندام هوایی داشت (ملکوتی، ۱۳۷۹).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، اثر کودهای آلی بر مس قابل جذب خاک معنی‌دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین کودهای آلی اثر کمپوست زباله شهری بر مس قابل جذب خاک بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه کمپوست زباله شهری توانسته است مس قابل جذب خاک را معادل ۵۴/۴ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۴۰). علت افزایش مس قابل جذب در خاک در اثر استفاده کمپوست و ورمی‌کمپوست زباله شهری ترکیبات پیچیده هوموس است که در طول تجزیه مواد آلی تشکیل می‌شود و یکی از ترکیبات آن اسید هومیک می‌باشد که مکان‌هایی برای جذب عناصر غذایی در اختیار دارد. این عناصر غذایی در مولکول‌های اسید هومیک به فرم قابل استفاده برای گیاه جذب می‌شوند. در موقع نیاز گیاه آزاد می‌شوند. یکی از دلایل دیگر که برای افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی در کمپوست ارائه داده‌اند اینست که کمپوست بدلیل خاصیت تامپونی از تغییرات بیش از حد pH که اختلال در جذب عناصر غذایی از خاک توسط گیاه را به دنبال خواهد داشت جلوگیری می‌کند (کال و همکاران، ۱۹۹۲). نتایج مشابهی توسط سایر محققین گزارش شده است (بوشانان و همکاران، ۱۹۸۸ و گوپال ردی و همکاران، ۱۹۹۸). طبق مطالعات پژوهشگران بین مواد آلی خاک و مقدار قابل جذب عناصر کم مصرف رابطه مستقیم و مثبتی وجود دارد. با افزایش مواد آلی به خاک، به علت تمایل شدید مواد آلی به جذب مس، بخشی از مس معدنی غیر قابل استفاده تبدیل به مس قابل تبادل شده و همزمان مقدار مس قابل حل افزایش می‌یابد. طبق یافته‌های محققین با افزودن کمپوست به خاک مقدار مس قابل جذب خاک افزایش می‌یابد (آرنون، ۱۹۷۲).

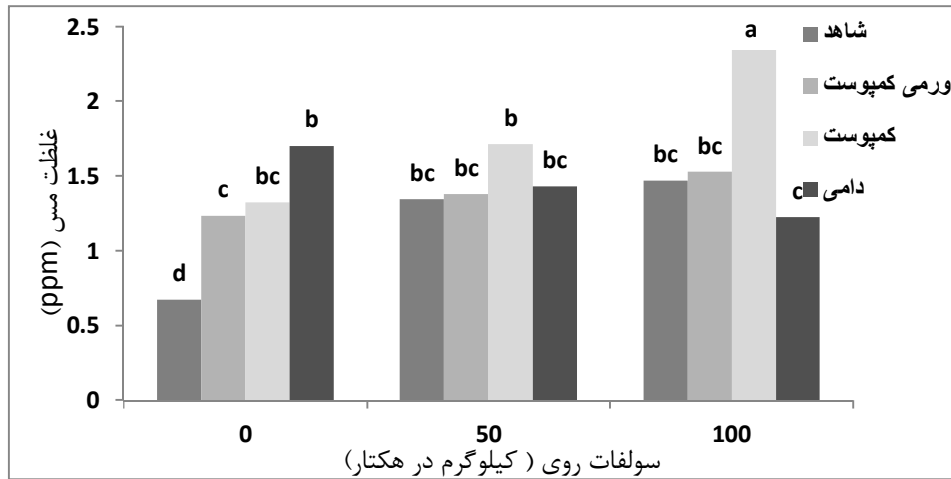
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، مقدار مس قابل جذب در خاک تحت تاثیر سولفات روی و کودهای آلی قرار گرفته است و معنی‌دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، اثر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۶ تن در هکتار کمپوست زباله شهری بر مس قابل جذب خاک بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۶ تن در هکتار کمپوست زباله شهری توانسته است مس قابل جذب خاک را معادل ۲/۵ برابر نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۴۱). استفاده از ترکیب کودی سولفات روی و کودهای آلی سبب کاهش اسیدیته خاک شده در نتیجه سبب افزایش مس قابل جذب در خاک می‌شود. افزایش مس قابل جذب در خاک را در اثر تیمارهای بکار رفته را می‌توان به افزایش مستقیم مس به علت بالا بودن مس در ترکیب کودهای آلی بکار رفته و خاصیت کمپلکس‌کنندگی کودهای آلی با عناصر میکرو نسبت داد. کاربرد لجن فاضلاب به صورت جداگانه و یا به صورت تلفیقی با کود شیمیایی در مقادیر مختلف عنصر غذایی مس در اندام هوایی گیاه تریچه نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری نشان داد (وانگ، ۱۹۹۰). مواد آلی موجود در پسماندها (فاضلاب، کمپوست زباله شهری) می‌توانند تعدادی از عناصر کم مصرف موجود در خاک که گیاه کمتر آن‌ها را جذب می‌کنند به محلول در آورند (بهاتا چاریا، ۲۰۰۳).



شکل ۴-۳۹: اثر سولفات روی بر میزان مس قابل جذب خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۴۰: اثر کودهای آلی بر میزان مس قابل جذب خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۴۱: اثر سولفات روی و کودهای آلی بر میزان مس قابل جذب خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

#### ۴-۲-۸- منگنز قابل جذب

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی سولفات روی بر مقدار منگنز قابل جذب خاک معنی‌دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین سطوح مختلف سولفات روی اثر عدم مصرف سولفات روی بر منگنز قابل جذب خاک بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه عدم مصرف سولفات روی توانسته است منگنز قابل جذب خاک را معادل ۱۳/۸ درصد در شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۴۲). استفاده از سولفات روی سبب افزایش حلالیت روی شده و از آنجا که بین روی و منگنز اثر منفی وجود دارد. بنابراین منگنز قابل جذب در خاک کاهش یافته است، با نظریات برخی محققین هماهنگی دارد (رفیعی و همکاران، ۱۳۸۳).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی کودهای آلی بر مقدار منگنز قابل جذب خاک معنی‌دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین کودهای آلی اثر ورمی‌کمپوست زباله شهری بر منگنز قابل جذب خاک بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه

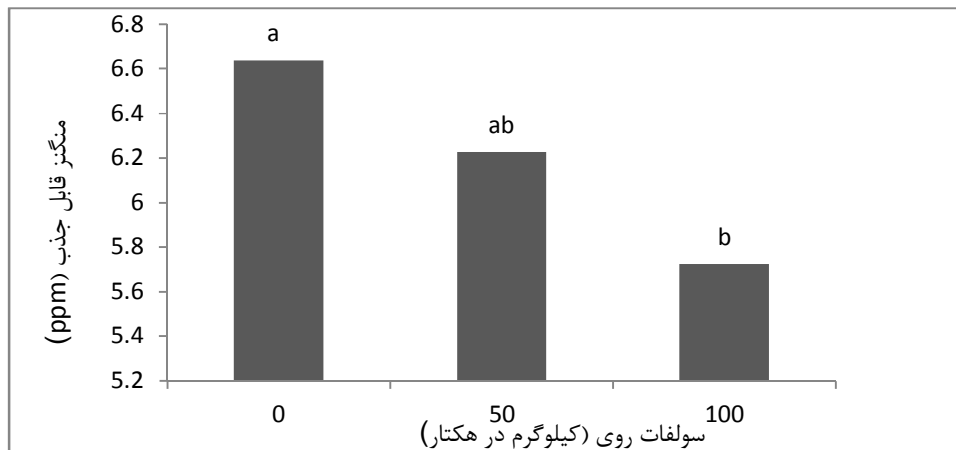
ورمی کمپوست زباله شهری توانسته است منگنز قابل جذب خاک را ۲۴/۶ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۴۳). به نظر می‌رسد ورمی کمپوست توانسته است با بالا بردن مقدار ماده آلی خاک، اکسایش و فساد ماده آلی و pH در حد خنثی سبب افزایش حلالیت منگنز در خاک شود. افزایش غلظت منگنز قابل جذب در خاک را با استفاده از تیمار ۶۰ تن در هکتار و ورمی کمپوست از ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم به ۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش کرده‌اند (آنتونیاریس و آللوی، ۲۰۰۳). با افزایش مواد آلی به خاک و افزایش تصاعد گاز کربنیک و در نتیجه تشدید خاصیت احیایی مقدار منگنز قابل استفاده افزایش می‌یابد. منگنز در خاک بیشتر به صورت اکسید می‌باشد در نتیجه میزان حلالیت آن در خاک با کاهش pH و تهویه افزایش می‌یابد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۹).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد. تیمار ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی بر منگنز قابل جذب خاک معنی‌دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد. ترکیب ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست زباله شهری بر منگنز قابل جذب خاک بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. که با ترکیب عدم مصرف سولفات روی و ورمی کمپوست اختلاف معنی‌دار ندارد. بطوریکه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۶ تن در هکتار ورمی کمپوست زباله شهری توانسته است منگنز قابل جذب خاک معادل ۴۶ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۴۴). گزارش‌های متعددی مبنی بر این نکته وجود دارد که پس از فعالیت کرم‌های کمپوستی قابلیت دسترسی گیاهان به عناصری همچون آهن، روی، مس و منگنز افزایش می‌یابد. از جمله دلایل افزایش منگنز قابل جذب خاک اضافه شدن مستقیم منگنز به خاک و کاهش pH در اثر مصرف ورمی کمپوست دانست. کاربرد ورمی کمپوست سبب جذب مقادیر بیشتر منگنز توسط گیاهان می‌شود (چاتاپادا و دکا، ۱۹۹۲). محققان در تحقیقاتی بر روی تجزیه بقایای ذرت و نفوذپذیری خاک گزارش نمودند که کرم‌ها با گرانوله کردن کمپوست سبب افزایش تخلخل و پوکی ماده آلی می‌گردند. به طوری که وزن مخصوص ظاهری در توده ورمی کمپوست

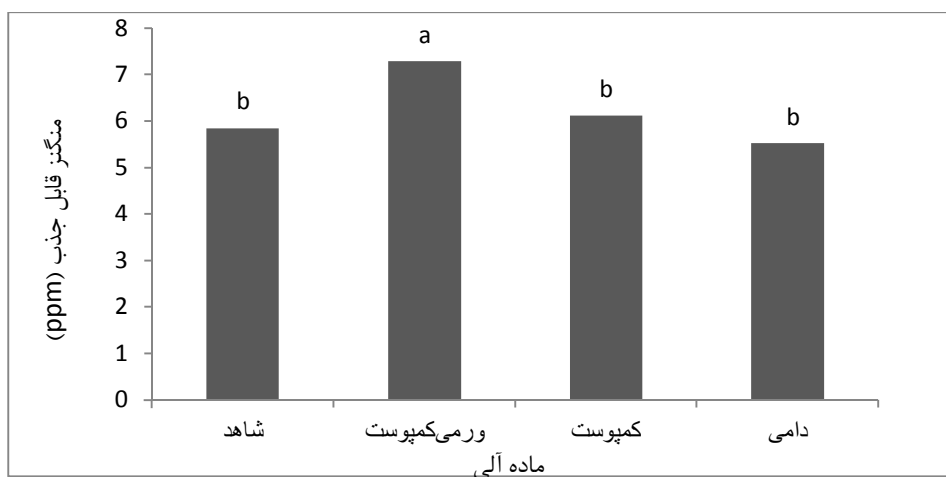


تقلیل یافت، هر چقدر دسترسی ریشه گیاهان به اکسیژن بیشتر باشد، قابلیت جذب عناصر غذایی بخصوص

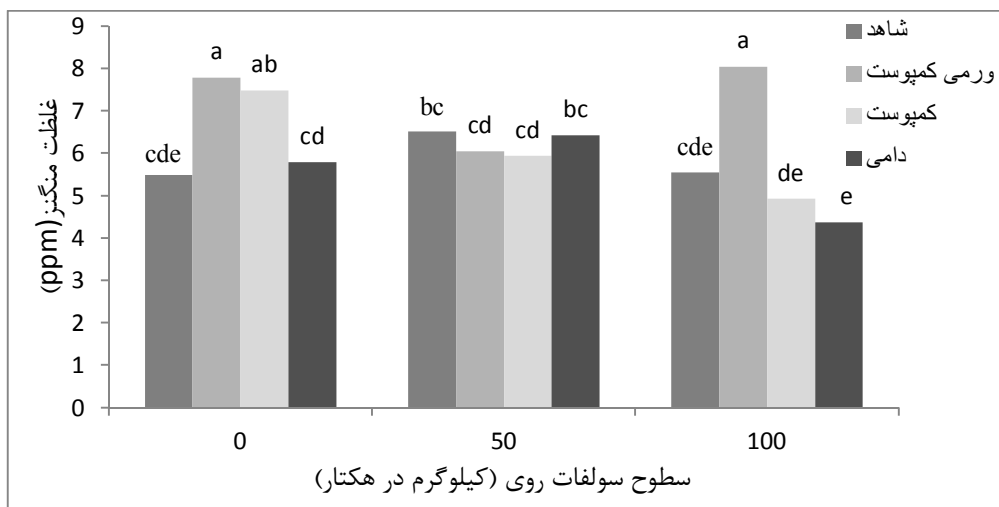
ریزمغذی‌ها که جذبشان از نوع فعال می‌باشد افزایش می‌یابد (زاشمن و لاندن، ۱۹۸۹).



شکل ۴-۴۲: تاثیر سولفات روی بر میزان مگنز قابل جذب خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۴۳: تاثیر کودهای آلی بر میزان مگنز قابل جذب خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۴: اثر سولفات روی و کودهای آلی مختلف بر میزان منگنز قابل جذب خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

#### ۴-۲-۹- آهن قابل جذب

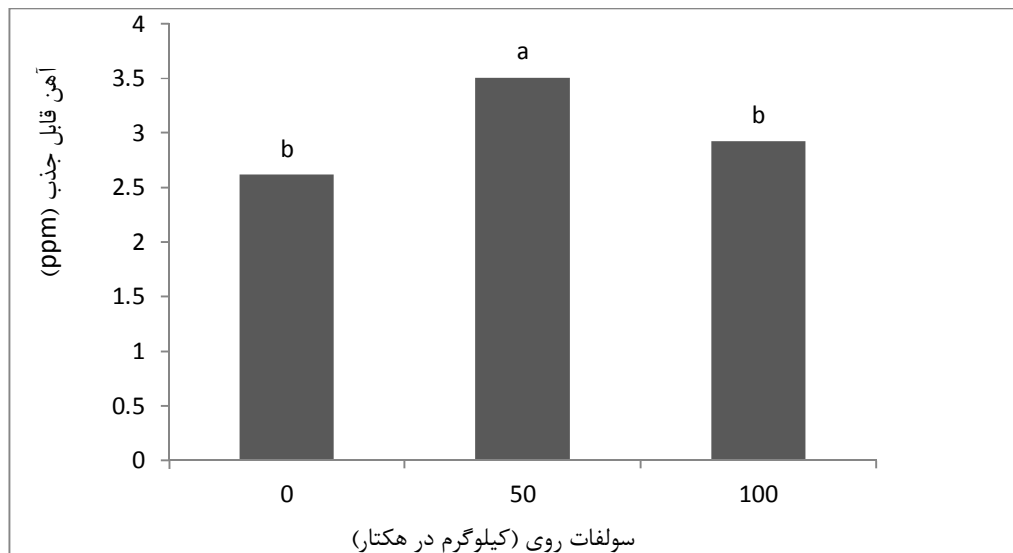
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی سولفات روی بر آهن قابل جذب خاک معنی‌دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین سطوح مختلف سولفات روی اثر ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی بر آهن قابل جذب خاک بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی توانسته است آهن قابل جذب خاک را معادل ۳۳/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۴). از آنجا که بین عناصر اثر آنتاگونیسمی وجود دارد زیادی منگنز و فسفر و روی سبب کاهش آهن می‌گردد. افزایش مس و منگنز سبب کاهش آهن خاک می‌گردد (زرین کفش، ۱۳۶۸). با افزایش غلظت منگنز در گیاه غلظت آهن به طور خطی کاهش می‌یابد (اوکی، ۱۹۸۴). روی مانع جذب کاتیون آهن و منگنز می‌شود، این پدیده به علت رقابت برای اشغال مکان‌های حمل‌کننده یکسان صورت می‌گیرد (ضیائی‌ان و ملکوتی، ۱۳۷۹).

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تیمار اصلی کودهای آلی اثر معنی‌داری بر آهن قابل جذب خاک نداشته است (جدول ۴-۳).

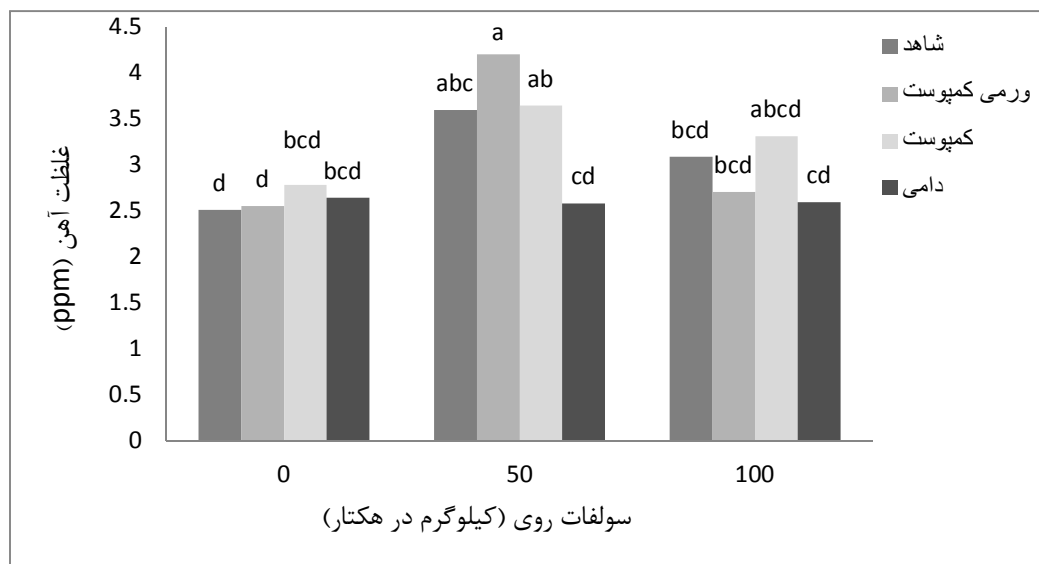
مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها تیمار ترکیبی سولفات روی و کودهای آلی بر آهن قابل جذب خاک معنی‌دار شده است (جدول ۴-۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، در بین تیمارهای ترکیبی اثر ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست زباله شهری بر آهن قابل جذب خاک بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد. بطوریکه ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی و ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست زباله شهری توانسته است آهن قابل جذب خاک را معادل ۶۷/۵ درصد نسبت به شاهد افزایش دهد (شکل ۴-۴۶). استفاده از سولفات روی سبب کاهش اسیدیته خاک گردید و آهن قابل جذب خاک افزایش یافت. در این تیمار غلظت مس و منگنز کم می‌باشد، بنابراین غلظت آهن افزایش می‌یابد. علت افزایش آهن قابل جذب در خاک در اثر استفاده از مصرف ورمی‌کمپوست زباله شهری را می‌توان به علت افزایش مستقیم این عنصر به خاک با توجه به مقدار آن در ترکیب ورمی‌کمپوست زباله شهری (۱۸/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، کاهش اسیدیته خاک و کلات مواد هیومیکی با آهن که در نتیجه تثبیت و رسوب آن‌ها در خاک کاهش می‌یابد نسبت داد. که با نتایج تحقیقات برخی دیگر از محققین نیز مشابهت دارد (بوشانان و همکاران، ۱۹۸۸ و گوپال ردی و همکاران، ۱۹۹۸). افزایش قابلیت جذب عناصر ریز مغذی از جمله آهن در اثر استفاده از ورمی‌کمپوست، احتمالاً به دلیل افزایش فعالیت میکروبی در ورمی‌کمپوست می‌دانند. با افزایش فعالیت میکروبی تولید CO<sub>2</sub> افزایش یافته که با حل شدن آن در آب تولید اسید کربنیک می‌نماید این امر کاهش اسیدیته خاک و تغذیه بهتر عناصر غذایی را به دنبال خواهد داشت (مورت وودت، ۱۹۸۰)، که به تنهایی مشکل چندانی در جذب آهن ایجاد نمی‌کند. ریشه گیاهان با ایجاد شرایط ویژه‌ای در اطراف خود ترشح H<sup>+</sup> یا پروتون، اسیدهای آلی و کلات‌های آلی از قلیائیت خاک

در اطراف ریشه می‌کاهد و به این ترتیب حلالیت آهن را در خاک افزایش می‌دهند (ملکوتی و طهرانی،

۱۳۷۹)



شکل ۴-۴۵: تاثیر سولفات روی بر میزان آهن قابل جذب خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۴-۴۶: اثر سولفات روی و کودهای آلی بر میزان آهن قابل جذب خاک. در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۴-۱- میانگین مربعات تاثیر سولفات روی و کودهای آلی بر اجزای عملکرد ذرت

منبع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	وزن خشک بوته	وزن خشک بلال	وزن صد دانه
میانگین مربعات						
تکرار	۲	۶۸/۱۷۵ <sup>ns</sup>	۰/۵۶۹ <sup>ns</sup>	۱۳۵۵/۳۰۹ <sup>ns</sup>	۵۰/۱۷۰ <sup>ns</sup>	۱/۲۳۳**
سولفات روی (a)	۲	۳۱۹/۸۰۵*	۲/۴۲۰ <sup>ns</sup>	۲۶۸۹/۵۶۱*	۲۲۳/۲۷۱*	۲/۰۴۱**
کودهای آلی (b)	۳	۱۸۷/۸۹۴ <sup>ns</sup>	۰/۵۵۷ <sup>ns</sup>	۲۷۰۶/۶۴۷*	۲۹۱۶/۱۰۳**	۲/۳۱۴**
a×b	۶	۶۵۹/۱۴۳**	۴/۹۳۵**	۱۸۹۳/۹۶۵ <sup>ns</sup>	۳۰۱۸/۵۸۳**	۱/۶۴۱**
خطا	۲۲	۷۲/۰۱۹	۱/۰۸۸	۷۶۹/۴۴۹	۵۱/۱۷۲	۰/۱۲۳
ضریب تغییرات (/.)		۸/۰۴	۷/۱۴	۳۱/۰۲	۱۶/۵۰	۱۶/۸۸

ns, \*\*, \*\*\* به ترتیب مفهوم عدم وجود اختلاف معنی دار و معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد.

جدول ۲-۴ میانگین مربعات سولفات روی و کودهای آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای

منبع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک دانه	تعداد ردیف	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	سطح برگ	عملکرد
میانگین مربعات							
تکرار	۲	۱۲/۸۲۸ <sup>ns</sup>	۰/۲۹۵ <sup>ns</sup>	۱/۳۷۷ <sup>ns</sup>	۱۷۲۱/۲۴۳ <sup>ns</sup>	۸/۸۱۲ <sup>ns</sup>	۱۳۰۹۲/۶۱۳ <sup>ns</sup>
سولفات روی (a)	۲	۳۱۰/۲۵۸ <sup>**</sup>	۱/۵۶۰ <sup>**</sup>	۴۴/۵۷۰ <sup>ns</sup>	۹۲۹۲/۴۳۰ <sup>**</sup>	۴۴۱۱/۶۱۰ <sup>**</sup>	۳۱۳۴۳۲۱/۶۱۲ <sup>**</sup>
کودهای آلی (b)	۳	۹۲۳/۸۹۷ <sup>**</sup>	۳/۵۵۰ <sup>**</sup>	۷۲/۵۲۰ <sup>*</sup>	۱۱۳۱۰/۲۸۹ <sup>**</sup>	۳۹۲۹/۵۹۳ <sup>**</sup>	۱۱۵۵۵۸۲۵/۸۳۸ <sup>**</sup>
axb	۶	۱۳۰۲/۴۰۵ <sup>**</sup>	۳/۴۴۹ <sup>**</sup>	۴۱/۴۹۴ <sup>ns</sup>	۱۹۳۴۹/۸۶۷ <sup>**</sup>	۴۱۹۶/۱۷۸ <sup>**</sup>	۱۴۴۸۷۲۴۴/۹۵۹ <sup>**</sup>
خطا	۲۲	۶/۶۱۴	۰/۱۴۴	۱۸/۱۲۷	۷۲۳/۱۷۱	۳/۹۴۲	۷۰۸۹۴/۳۸۵
ضریب تغییرات (%)		۱۰/۳۹	۳/۲۹	۱۸/۴۹	۱۲/۵۹	۶/۶۲	۱۰/۱۱

ns،\*\*،\*\*\* به ترتیب مفهوم عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

جدول ۴-۳- میانگین مربعات تاثیر سولفات روی و کودهای آلی بر خصوصیات خاک

منبع تغییر	درجه آزادی	EC	pH	ماده آلی	فسفر	پتاسیم	روی	مس	منگنز	آهن
میانگین مربعات										
تکرار	۲	۰/۳۵۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>	۰/۱۰۵ <sup>ns</sup>	۴۲/۵۳۸ <sup>ns</sup>	۱۲۷۵۸/۸۶۱ <sup>ns</sup>	۰/۴۵۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۸ <sup>ns</sup>	۱/۵۳۰ <sup>ns</sup>	۰/۴۳۸ <sup>ns</sup>
سولفات روی (a)	۲	۰/۶۵۷ <sup>ns</sup>	۰/۰۷۲*	۰/۴۲۸**	۴۲۳۴/۷۵۰**	۳۴۸۳۶۸**	۴/۹۰۰**	۰/۵۰۶**	۲/۵۲۴*	۲/۴۳۶**
کودهای آلی (b)	۳	۱۳۹/۵۹۳**	۰/۰۲۰ <sup>ns</sup>	۰/۸۶۸**	۸۳۳۸/۳۲۴**	۱۲۹۱۶۱۲/۳۲۴**	۲۰/۵۵۰**	۰/۶۱۹**	۵/۳۳۱**	۰/۷۲۶ <sup>ns</sup>
a×b	۶	۱۰/۷۸۳**	۰/۰۲۳ <sup>ns</sup>	۰/۱۷۴*	۱۵۹۷/۰۴۶**	۱۸۶۴۹/۰۶۰۲**	۲۷/۱۶۲**	۰/۳۶۱*	۳/۴۲۰**	۰/۵۱۰*
خطا	۲۲	۲/۴۱۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۲۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۶۰ <sup>ns</sup>	۱۴۷/۴۹۲ <sup>ns</sup>	۱۷۸۵۰/۳۱۶ <sup>ns</sup>	۰/۳۶۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۷۳ <sup>ns</sup>	۰/۵۲۵ <sup>ns</sup>	۰/۳۷۱ <sup>ns</sup>
ضریب تغییرات (%)		۱۷/۵۰	۱/۸۲	۲۳/۴۲	۲۷/۴۵	۱۸/۵۹	۱۷/۷۲	۱۸/۶۸	۱۱/۶۹	۲۰/۲۰

ns، \*، \*\* به ترتیب مفهوم عدم وجود اختلاف معنی دار و معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد

## نتیجه‌گیری

استفاده از مواد آلی مانند کمپوست زباله شهری، ورمی‌کمپوست زباله شهری و کود دامی از اصول جدا نشدنی کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشند. این مواد علاوه بر بهسازی خصوصیات فیزیکی خاک در بهبود کیفیت حاصلخیزی خاک نیز اثر مثبت دارند. با توجه به این نتایج بدست آمده این کودهای آلی توانایی افزایش برخی عناصر پر مصرف و کم مصرف گیاهان را در خاک دارند، اما از طرفی سبب افزایش شوری خاک در خاک‌هایی با شوری متوسط می‌گردند (بالاخص کود دامی). این نتایج بیانگر رعایت مصرف دقیق و مدیریت کودهای دامی در اراضی با شوری متوسط می‌باشد. بطوریکه مصرف کنترل نشده این مواد آلی می‌تواند سبب افزایش شوری خاک و کاهش رشد گیاه شود. افزایش شوری خاک یک عامل محدود کننده در استفاده از این کودها در خاک‌های با شوری متوسط می‌باشد. از آنجا که با افزایش شوری بالاتر از  $\frac{3}{4}$  دسی‌زیمنس بر متر، کاهش قابل توجهی در عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت واریته سینگل گراس ۷۰۴ حاصل گردید. به نظر می‌رسد این هیبرید از مقاومت بالایی در برابر شوری برخوردار نیست. و تنها در خاک‌هایی با شوری  $\frac{3}{4}$  دسی‌زیمنس بر متر و پائین‌تر کارایی اقتصادی خواهد داشت. غلظت فرم قابل جذب عناصر پر مصرف و کم مصرف در این کودها قابل توجه است، بنابراین با رعایت اصول و کنترل مقدار افزایش غلظت این عناصر در خاک، می‌توان از این کودها برای رفع کمبود این عناصر استفاده کرد که باید در حد بهینه و مجاز خاک استفاده گردد. همچنین با مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی در مزارع می‌توان نسبت به بالا بردن کیفیت محصول تولیدی اقدام نمود و با افزایش مصرف این ماده (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی) بر محصولات زراعی تاثیر خوبی نداشته است. افزایش سولفات روی سبب بروز مسمومیت روی گردیده و مانع انتقال عناصر غذایی در نتیجه اختلال در گیاه گردید است. این نتایج بیانگر استفاده صحیح کودهای آلی و سولفات روی به خاک‌های با شوری متوسط می‌باشد.



## پس‌نهادات

اضافه کردن کود کمپوست، ورمی‌کمپوست زباله شهری و دامی باعث افزایش شوری در خاک با شوری متوسط شده و در نتیجه باعث کاهش عملکرد گیاه می‌گردد. از این رو استفاده از این ترکیبات به عنوان کود آلی، با توجه به فقر خاک‌های کشورمان از نظر ماده آلی و عناصر کم مصرف و همچنین با توجه به اینکه این کودها می‌توانند بخشی از عناصر مورد نیاز گیاه و خاک را تامین نمایند قابل بررسی و توصیه می‌گردد. تنها نگرانی استفاده از کودهای آلی با منبع زباله شهری آلودگی‌های زیست محیطی و استفاده آن‌ها در خاک‌های با شوری متوسط است. بنابراین به منظور رفع چالش‌های زیست محیطی موجود و ارائه راهکارهای مناسب برای استفاده پایدار از زباله شهری، تعیین نوع آلودگی با زباله شهری و تاثیرات زیست محیطی ناشی از آن لازم است به طور کامل بررسی گردد که در این پژوهش این چالش مورد ارزیابی قرار نگرفته است. موارد زیر برای حصول موفقیت در بهره‌برداری و انتخاب برنامه مناسب به منظور استفاده از زباله شهری در نظر گرفته شود:

۱- ارزیابی آلاینده‌های موجود در زباله شهری، پیش‌بینی اثرات زیست محیطی ناشی از کاربرد آن در کشاورزی و برنامه‌ریزی مناسب برای استفاده از زباله شهری

۲- اهمیت دادن به بهداشت عمومی و توجه به میزان خطرات ناشی از زباله شهری

۳- مصرف ترکیبی کودهای آلی با کودهای معدنی

زیرا:

الف): کودهای آلی به تنهایی قادر به تامین همه عناصر در حد بهینه برای افزایش رشد گیاه نمی‌شوند.

ب): بخش قابل ملاحظه‌ای از عناصر محلول موجود در کود شیمیایی با اولین آبیاری و بارندگی، آبشویی یافته و از دسترس گیاه خارج می‌شوند

۴- از آنجا که بین فسفر و روی اثر آنتاگونیسمی وجود دارد اما در این پژوهش عکس آن مشاهده شده

است، بنابراین انجام مجدد این تیمارها توصیه می‌شود.

## منابع

- احیائی، م. و بهبهانی زاده، ع.الف. ۱۳۷۰. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. موسسه تحقیقات خاک و آب. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت کشاورزی.
- افیونی، م. و رضایی نژاد، ی. ۱۳۷۸. اثرات مواد آلی بر خواص شیمیایی خاک، عملکرد و جذب عناصر بوسیله ذرت. مجموعه مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران، صفحه ۸۹۳-۱۴۶.
- اکبرنژاد، ف.، آستارایی، ع.، قنوت، الف. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۹۰. اثر متقابل کمپوست زباله شهری و لجن فاضلاب بر عملکرد و غلظت عناصر کم مصرف (روی و مس) در گیاه داروئی سیاه دانه. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، تبریز.
- اکبریان، م. ۱۳۸۰. بررسی اثر کمپوست و ورمی کمپوست کاه و کلش بر قابلیت جذب آهن، روی و منگنز در خاک‌های آهکی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- اله دادی، الف. ۱۳۸۲. بررسی تاثیر مقادیر مختلف کود کمپوست بازیافت زباله شهری، نیتروژن و فسفر بر رشد، عملکرد و جذب فسفر در ذرت علوفه ای. مجموعه مقالات سومین همایش ملی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از سم و کود در کشاورزی. صفحه ۲۷۶.
- بانکه‌ساز، ا. ۱۳۷۳. معرفی بذور ذرت هیبرید و دستورالعمل کاشت، داشت و برداشت ذرت دانه‌ای. بخش تحقیقات ذرت، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی.
- بنی همایی، م. و ثامنی، ع. ۱۳۸۰. بررسی تاثیر انواع کودهای آلی و نسبت C/N کلش گندم بر فعالیت تنفسی چند نوع خاک. مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم خاک ایران، ۳۴ صفحه.

بیرانوند، ف.، رفیعی، ع.، دارائی مفرد، ع.ر. و زیدی طولانی، ن.الف. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر تراکم زیاد و کاربرد مقادیر مختلف کود سولفات روی بر عملکرد کمی تربیتکاله در شرایط دیم. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، شماره ۸.

پور صالح، م. ۱۳۷۳. غلات، انتشارات صفار. تهران، ص ۱۴۴.

تاجبخش، م. ۱۳۷۵. ذرت (زراعت، اصلاح، آفات و بیماری‌های آن). انتشارات احرار تبریز، ص ۱۳۳.  
چرآتی آرآئی، ع. ۱۳۷۵. تاثیر فسفر و ماده آلی بر رشد و جذب روی بوسیله گیاه جو و شکل‌های شیمیایی روی در دو خاک آهکی. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

حسن‌دوخت، م. و مستوی، ف. ۱۳۸۴. اثر کاربرد کمپوست، ضایعات کشاورزی بر عملکرد کاهوی

گلخانه‌ای. مجموعه مقالات دومین همایش ملی بررسی ضایعات کشاورزی، صفحه ۳۲۲.

حقیقی ملکی، الف. ۱۳۸۴. بررسی اثر کمپوست تهران بر جذب روی در زراعت گندم. مجموعه مقالات

دومین همایش ملی بررسی ضایعات کشاورزی، صفحه ۱۸-۱۲.

خاوازی، ک. و ملکوتی، م. ۱۳۸۰. ضرورت تولید کودهای بیولوژیک در کشور. ص ۶۱۰.

خاوری نژاد، ر.، نجفی، ف. و فیروزه، ر. ۱۳۸۹. اثرات سولفات روی بر برخی پارامترهای فیزیولوژی

لوبیا. فصلنامه پژوهشی علوم گیاهی، شماره ۲۱.

خدابنده، ن. ۱۳۷۱. غلات، انتشارات دانشگاه تهران. ص ۴۰۱.

خواجه پور، م.ر. ۱۳۶۵. اصول و مبانی زراعت. جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ص ۴۰۲.

خیام باشی، ب. و افیونی، م. ۱۳۸۲. اثر استفاده از پسماندهای آلی به جای کود شیمیایی در اراضی کشاورزی بر غلظت عناصر میکرو و عملکرد گیاه. مجموعه مقالات سومین همایش ملی توسعه کاربرد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی.

دیانت نژاد، ح. و شمیم، م. ۱۳۷۸. زیست شناسی گیاهی، انتشارات اسلامی قم. ص ۱۳۹.

دهقان، الف. و نادى، الف. ۱۳۸۶. ارزیابی تحمل به شوری در سه رقم ذرت دانه‌ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۱، شماره ۴۱ (ب). ص ۳۸۳-۳۷۵.

زاهدی فرد، م.ع.، رونقی، ع.ا. و صفر زاده شیرازی، ص. ۱۳۸۹. تاثیر سطوح شوری و نیتروژن بر رشد، عملکرد و جذب عناصر غذایی گوجه فرنگی تحت شرایط آب کشت. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، شماره دوم، ص ۴۰-۳۱.

زرین کفش، م. ۱۳۶۸. حاصلخیزی خاک و تولید. انتشارات دانشگاه تهران، ص ۳۱۹.

رسولی، ف. و مفتون، م. ۱۳۸۹. اثر باقیمانده و ماده آلی و یا بدون نیتروژن بر رشد و ترکیب شیمیایی گندم و برخی خصوصیات شیمیایی خاک. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۴، شماره ۲، ص ۲۷۳-۲۶۲.

رشتبری، م. و علیخانی، ح. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر کاربرد ورمی کمپوست و کمپوست زباله شهری بر میزان کلروفیل و تعداد برگ کلزا تحت تنش خشکی. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، تبریز. رشیدی، ن. ۱۳۸۳. بررسی اثر گوگرد و روی بر خواص کمی و کیفی ذرت. موسسه تحقیقات آب و خاک، وزارت جهاد کشاورزی، کرج، ایران.

رشیدی، ن. ۱۳۷۷. تاثیر کاربرد منابع روی و سطوح روی و گوگرد بر رشد و ترکیب شیمیایی ذرت در

یک خاک آهکی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.

رضایی نژاد، ی. و افیونی، م. ۱۳۷۹. اثر مواد آلی بر خواص شیمیایی خاک، جذب عناصر بوسیله ذرت و

عملکرد آن. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد چهارم، شماره چهارم.

رفیعی، م.، نادیان، ح.الف.، نورمحمدی، ق. و کریمی، م. ۱۳۸۳. اثرات تنش خشکی و مقادیر روی و

فسفر بر غلظت و کل جذب عناصر در ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۵، شماره ۱. ص ۲۴۳-

۲۳۵.

رنجبر، ر.ح. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۲. بررسی تاثیر منابع و مقادیر مختلف کودهای پتاسیمی و سولفات

روی بر عملکرد و کیفیت سیب زمینی در بناب. مجموعه هشتمین کنگره علوم خاک.

ریگی، م. و رونقی، ع. ۱۳۸۲. ارزیابی گلخانه‌ای بر همکنش ۲ نوع ورمی‌کمپوست و نیتروژن بر برخی

ویژگی‌های خاک زیر کشت برنج. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران، ۱۴ صفحه.

سالاردینی، ع.الف. ۱۳۷۱. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران. ص ۴۰۸.

سالاردینی، ع. ۱۳۷۴. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۹. صفحه ۳۷۸-۳۹۳.

سالاردینی، ع. و مجتهدی، م. ۱۳۷۲. اصول تغذیه گیاه. جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران. ص ۴۳۳.

سرمدنیا، غ. و کوچکی، ع. ۱۳۷۴. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. مشهد،

ایران. ۴۶۷ صفحه.

سعید نژاد، الف. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۹. ارزیابی اثر مصرف کمپوست، ورمی کمپوست و کود دامی روی عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس زیره سبز. نشریه علوم باغبانی، جلد ۲۴، شماره ۲، ص ۱۴۸-۱۴۲.

سماوات، س. ۱۳۸۰. چگونگی تولید ورمی کمپوست از ضایعات شهری و کشاورزی. موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت کشاورزی. نشریه فنی ۲۱۰.

سماوات، س. ۱۳۸۰. مدیریت استفاده از ضایعات کشاورزی به منظور تولید کمپوست. موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت کشاورزی. نشریه فنی ۲۰۱.

شمس‌الدین سعید، م. و فرحبخش، ح. ۱۳۸۸. اثر تنش شوری بر عملکرد و برخی صفات زراعی و فیزیولوژیک در هیبرید ذرت در منطقه کرمان. تولیدات گیاهی (مجله علمی پژوهشی)، جلد ۳۲، شماره ۱.

صالح راستین، ن. ۱۳۵۷. بیولوژی خاک. انتشارات دانشگاه تهران، ص ۴۸۲.

صالحی، الف.، قلاوند، الف.، سفیدکن، ف. و اصغرزاده، الف. ۱۳۹۰. تاثیر کاربرد زئولیت، مایه تلقیح میکروبی و ورمی کمپوست بر غلظت عناصر N,P,K، میزان اسانس و عملکرد در کشت ارگانیک گیاه داروئی بابونه آلمانی. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، تبریز.

ضیائیان، ع.الف. و ملکوتی، م. ۱۳۷۹. بررسی گلخانه ای اثرات مصرف آهن، منگنز، روی و مس بر تولید گندم در خاک‌های شدیداً آهکی استان فارس. نشر آموزش کشاورزی، ص ۵۴۴.

طاهر، م.، رشدی، م.، خلیلی محله، ج.، خوارزمی، ک. و حاجی حسنی اصل، ن. ۱۳۸۷. تاثیر روش‌های مختلف مصرف عناصر ریزمغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در شهرستان خوی. مجله پژوهش در علوم زراعی، شماره (۱).

علیزاده، غ. ۱۳۸۰. بررسی انواع کمپوست در افزایش عملکرد گندم. مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم خاک ایران، ۳۶ صفحه.

فتحی، ق. الف. تنسوخ، م. ح. و مرجع، ع. ۱۳۸۸. تاثیر سطوح مختلف سولفات روی و سولفات پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای. مجله علوم زراعی و گیاهی (پژوهش‌های کشاورزی)، ۱ شماره ۱، جلد (۲)، ص ۳۷-۴۷.

فتحی، ق. الف. ۱۳۷۸. رشد و تغذیه گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ایران. ۳۷۲ صفحه.

فتح اللهی، ق. ۱۳۸۴. تاثیر سولفات روی و سولفات پتاسیم بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای. مجموعه مقالات نهمین کنگره علوم خاک ایران، صفحه ۱۱۰.

قنبری پور، م. ۱۳۸۲. مطالعه اثرات نوع و مقدار مواد آلی افزودنی بر خاک بر روی پایداری خاکدانه‌ها. مجموعه مقالات سومین همایش ملی توسعه کاربرد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی، ۱۳۶ صفحه.

کاظمی اربط، ح. ۱۳۷۶. زراعت خصوصی. جلد اول، مرکز نشر دانشگاهی، دانشگاه تهران.

کافی، م. دابلیو، و. و استوارت، الف. ۱۳۷۷. اثرات شوری در رشد و عملکرد نه زقم گندم. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۱، شماره ۱۲.

کشاورز، پ. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۴. اثر روی و شوری بر رشد، ترکیب شیمیایی و بافت آوندی گندم. مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۹، صفحه ۱۱۵-۱۲۳.

کلباسی، م. ۱۳۷۵. وضعیت مواد آلی در خاک‌های ایران و نقش کمپوست. مجموعه مقالات پنجمین کنگره علوم خاک ایران، ۷ صفحه.



- کوچکی، ع. ۱۳۶۹. زراعت در مناطق خشک. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ص ۲۰۲.
- کوچکی، ع.، حسینی، م. و نصیری محلاتی، م. ۱۳۷۲. رابط آب و خاک در گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ص ۵۶۰.
- گندمکار، الف. و کلباسی، م. ۱۳۷۵. اثر شیرابه کود کمپوست بر رشد و عملکرد ذرت. مجموعه مقالات پنجمین کنگره علوم خاک ایران، ۱۶ صفحه.
- مجللی، ح. ۱۳۶۶. شیمی خاک (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی، تهران. ص ۳۴۶.
- مجیدی، ع. و ملکوتی، م. ۱۳۷۸. تاثیر سطوح و منابع روی و کمپوست بر عملکرد و جذب روی در گندم دیم. مجموعه مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران. صفحه ۴۱۹.
- محمدی‌نیا، غ. ۱۳۷۴. ترکیب شیمیایی شیرابه کمپوست زباله شهری و اثر آن بر خاک و گیاه. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- مساجدیان، ر.، دانشیان، ج. و اردکانی، م. ر. ۱۳۸۱. اثر تنش کم آبی بر تجمع ماده خشک، LAI و برخی از شاخص‌های رشد و ارقام و هیبریدهای تجاری آفتابگردان. هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۵۸۲ صفحه.
- مشیری، ف. و مفتون، م. ۱۳۸۰. تاثیر کمپوست و کود مرغی با یا بدون فسفر بر رشد و ترکیب شیمیایی اسفناج. مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم خاک ایران، ۲۸ صفحه.
- معافیوریان، م. ر. ۱۳۷۳. اثر منابع روی و سولفوریک اسید بر روی رشد و جذب روی در گیاه ذرت و شکل‌های شیمیایی روی در خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز.

- مقصودی، ن.، طباطبائی، س.ج. و حاجی لو، ح. ۱۳۹۰. تاثیر سطوح مختلف شوری بر غلظت سدیم و پتاسیم برگ‌های گردوی ایرانی. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران، تبریز.
- ملکوتی، م. ۱۳۷۹. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش تولیدات کشاورزی در ایران. موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت کشاورزی. نشریه فنی ۷۰.
- ملکوتی، م. ۱۳۷۸. کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران. نشریه آموزش کشاورزی، کرج. صفحه ۱۹-۷۱.
- ملکوتی، م.ج. و طهرانی، م.م. ۱۳۷۹. نقش ریز مغذی‌ها در افزایش و عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، چاپ دوم، ۲۹۹ ص.
- ملکوتی، م. ج.، کشاورز، پ. و کریمیان، ن. ۱۳۸۷. روش‌های جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، چاپ هفتم، ص ۷۵۵.
- ملکوتی، م.ج. و لطف‌اللهی، م.آ. ۱۳۷۸. نقش روی در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و سلامت جامعه (روی عنصر فراموش نشده). نشر آموزش کشاورزی.
- ملکوتی، م.ج. و نفیسی، م. ۱۹۸۲. مصرف کود در اراضی زراعی فاریاب و دیم (ترجمه). انتشارات علوم کشاورزی پیشرفته شماره ۱۲. صفحه ۱۸۰-۱۷۵.
- منتظری، ع. و ملکوتی، م. ۱۳۸۲. تاثیر کمپوست بر صفات کمی و کیفی محصول آفتابگردان، چغندر قند و گندم در یک دوره تناوب زراعی مجموعه مقالات سومین همایش ملی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از سم و کود در کشاورزی. ۱۳۸. صفحه ۵۹.

- میرزاوند، ج. ۱۳۸۶. ارزیابی اثر مصرف خاکی سولفات روی و آغشته نمودن ریشه نشاء به اکسید روی بر عملکرد و ترکیب شیمیایی برنج رقم قصر دشتی در شالیزارهای استان فارس. مجله علوم خاک و آب، شماره ۲۱، جلد (۱). ص ۳۱-۲۳.
- میرمحمدی میبدی، س.ع. و قره یاضی، ب. ۱۳۸۱. جنبه‌های فیزیولوژیک و به نژادی تنش شوری گیاهان. مرکز نشر دانشگاهی صنعتی اصفهان، ص ۲۷۵
- نورقلی پور، ف.، خاوازی، ک. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۲. تاثیر کاربرد خاک فسفات به همراه گوگرد، باکتری و ماده آلی بر عملکرد کیفی و کمی سویا. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران، رشت.
- نورمحمدی، ق.، سیادت، س.ع. و کاشانی، ع. ۱۳۷۶. زراعت. جلد اول، انتشارات دانشگاه شهید چمران، ص ۴۴۶.
- همایی، م. ۱۳۸۶. واکنش گیاهان به شوری، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، ص ۱۰۷.
- هودچی، مهران. ۱۳۷۲. بررسی تاثیر هم زمان کود آلی کمپوست و گوگرد بر قابلیت جذب فسفر در خاک‌های آهکی استان اصفهان، پایان نامه کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- Abdel- Nasser, G. and Hussein, A.H.A. 2001.** Effect of different manure sources on some soil properties and sunflower plant growth. I. Soil physical and properties. Alex. J. Agric. Res., 46: 227-251.
- Alexander, R. 1990.** Expanding compost markets. Biocycle. 31(8): 54-63.
- ALRaavahy, S.A., Stroelein, J.L., and Pessaraki, M. 1990.** Effect of salt stress on dry matter production and nitrogen uptake by tomatoes. J. Plant Nute. 13: 567-577.

- Anon, E. 1994.** Vermiculture in the center for rural development and technology, II T Dehli- Academic News, 4 (1), P.6.
- Antoniadis, V. and Alloway, B.G. 2003.** Evidence of heavy metal movement down the profile of a heavily sludged soil. *Communions soils. And plant* . 34-: 1225-1231.
- Arnon, T.I. 1972.** Crop production in dry regions. VOI II. Systematic treatment of principal crops. Leonard Hill, London.
- Assche, C. and uyttebroec, P. 1982.** Demand, supply and application possibilities of domestic waste compost in agriculture and horticulture *agricultural waste*, 4(3), PP: 203-212.
- Atiyeh, R.M.; Arancon; N., Edwards; C.A. and Metzger, J.D. 2000.** Influence of earthworm- processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes, *Bioresource Technology*, 75(3), PP: 175-180.
- Bachman, G.R. and Metzger, J. 1998.** The use of vermicompost as a media amendment. *SNA Research conference* 43: 32-34.
- Bandyopadhyay, P.K., Saha, S., Mani, P.K. and Mandel, B. 2010.** Effect of organic inputs on aggregate associated organic carbon concentration under long-term rice-wheat cropping system. *Soil and Tillage*, 154: 379-386.
- Bergland, R. and Denisa, M.C.W. 1999.** Corn Production for Grain and Silage. North Dakota State University Published.
- Bhattacharyya, P., Ghosh, A. K., Chakraborty, A., Chakraborty, K., Tripathy, S. and Powell, M.A. 2003.** Arsenic uptake by rice and accumulation in soil amended with municipal solid waste compost. *Communication in soil science and plant analysis*. 34: 2779-2790.
- Black, C.A. and Evans, D.D. 1965.** Methods of soil analysis. Part land. Agronomy 9. AM. Soc of Agro., Madison, WI
- Boyer, J. S.1968.** Relationship of water potential to growth leaves. *Plant physiology*. 43: 1056-62.

- Buchanan, M.A.; Rusell, G, and Block, S.D. 1988.** Chemical characterization and nitrogen mineralization potentials of vermicomposts derived from differing organic wastes, the Hague: SPB Academic publishing, PP: 231-239.
- Chatopadhaya, N., Dutta, M. 1992.** Effect of city waste compost and fertilizers on the growth, nutrient uptake and yield of rice. J. Indian Soc. Soil. Sci. 40: 465-468.
- Chand, S., Pande, P.A., Prasad, M. Anwar and Patra, D.D. 2007.** Influence of intergrated supply of vermicompost and Zinc-eniched compost with two graded levels of Iron and Zinc on the productivity of Geranium. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 38: 2581-2599.
- Chen, j., , junying, D. Chen, j. and Dai, j.y. 1996.** Effect of drought on photosynthesis and grain of corn hybrids with different drought tolerance. Acta, Agronomica, sinica, 22:6, 757-762.
- David, J. W. and Pilar Bernal, M. 2006.** The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the avalibility and plant uptake of nutrient in a highly saline soil. Bioresource Technology. 99: 396-403.
- Dickerson, G.W. 1994.** Vermicomposting plant nutrition and fertilizers. Biocycle v. 111-114.
- Edwards, C.A. and Neuhauser, E.F. 1988.** Earth worms in waste and Environmental management, SPB Academic publishing bv, the Netherland, 391 p.
- Edward, C.A; . Lofty, J.R. 1972.** Biology of earthworm Chapman and, London, PP: 152-154.
- Entry J.A, Wood., B.H. Edwards J.H. and Wood C.W. 1997.** Influence of organic by-products and nitrogen source on chemical and microbiological status of on agricultural soil. Biol. Fertile soils, 24: 196-204.
- Epstein, E. 1975.** Effect of sewage sludge on some soil physical propertise. J. Environ. Qual, 4: 139-142.

- Flagella, Z., Giuliani, M.M., Rotunno, T., Caterina, D.R. and De Caro, A. 2004.** Effect of saline water on oil yield and quality of a high oleic sunflower (*Helianthus annuus L*) hybrid European J. Agron 21: 267-272.
- Garg, P., Gupta, A. and Saha, S. 2006.** Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia foetida*. A comparative study. Bioresource Technology. . 97:391-395.
- Gestel, C.A.M. and Breemen, E.M. 1988.** Comparison of two methods for determining the availability of cocoons produced in earthworm toxicity experiments.
- Gong, W., Wang, X., Hu, J.T. and Gong, Y. 2009.** Long-term manure and effect on soil organic matter fractions and microbes under a wheat-maize cropping system in northern China. Geoderma. 149: 318-324.
- Gopal Reddy, B. and Sryanarayan Reddy, M. 1998.** Effect of organic manures and nitrogen levels on soil available nutrient state in Maize-Soybean cropping system, J. Indian Soc. Soil Sci. 46 (3), PP: 474-476.
- Gupta, P.K. 2000.** Soil, plant, water and fertilizer Analysis. Agrobios pub. Bikaner. India.
- Haimi, J. and Huhta, V. 1987.** Comparison of compost produced from identical wastes by vermistabilization and conventional composting, Pedobiologia, 30(2), PP: 137-144.
- Heard, J. 2003.** Plant nutrient recommendation for field corn, fact sheet, the state University of New Jersey. FSI: 74.
- Hoffman, G.J., Mass, E.V., Prichard, T.L., and Meyer, J.L. 1983.** Salt tolerance of corn in the Sacramento-San Joaquin Delta of California. Irrigation, Science, 4: 31-44. 125.
- Kalbasi, M., Filsosof, F. and Ruzai – Nejad, Y. 1988.** Effect of sulfur treatment on yield and uptake of Fe, Zn and Mn by corn, sorghum and soybean, J. plant Nutr. 11: 1353-1360.
- Kale, R.D.; Mallesh; B., Bano; C. K.D. and Bagyaraj, J. 1992.** Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial population in a paddy field, Soil-Biol-Biochem, 24 (12), PP: 1317-1320.

- Leta, Tulu., Ramachanddrapp, B.K., Nanjappa, Hv. and Tulu, 1. 1999.** Response of maize (*zea mays L.*) to moisture stress at different growth stage in alfisols during summer. Mysore Journal of Agricultural sciences. 32: 3, 201-207.
- Lindsay, W.L. and Norvell, W.A. 1979.** Development of a DTPA test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42:421-428.
- Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Bing, S.H., Ding,, L., Liu, S. and Fan, T.2010.** Long-term effect of chemical fertilizer effects on soil organic matter fraction and microbes under a wheat-maize cropping system in China. Geoderma. 149: 318-324.
- Logan T, Lindsay, J., Goins, B.J. and Ryan, L.E. 1997.** Field assessment of sludge metal bioavailability to crops. Sludge response. J. Environ. Qual. 26(2): 534- 550.
- Martin, W.E.; Mc Lean, I.G. and Quick, J. 1981.** Earthworm biology and production, Circ- Fla-Coop- Ext. Serv. Gainesville, Fla.: service, 455P.
- Masciandaro, G. and Ceccanti, B. 1997.** Soil argo – ecological Management: fert irrigation and vermicompost treatment. Biresoure Technology. 59 (2-3): 199-206.
- Maskina, M.S., Khind, C.S. and Meelu O.P. 1986.** Organic manures as a nitrogen source in a rice-wheat rotation. Int. Rice Res 11: 44-46.
- Mass, E.V. and Grive, E.M. 1990.** Spike and leaf development in salt stressed corn. Crop Science, 30: 1309-1313.; 351-356.
- McCormnell, D.B., Shiralipour, A. and Smith, W. 1993.** Compost application improves soil properties Biocycle., 34(4): 61-63.
- Mccraw, D. and Motes, J. E 1990.** Fertilizing commercial vegetable, Oklahoma cooperative extension service (osu). F. 6000-6-8.
- Mellek, J.E., Dieckow, J., Silva, V .I.D., Favareho, N., Pauletti, V., Vezzani, F.M. and Souza, J.L. M.D. 2010.** Dairy liquidmanure and no-tillage: physical and hydraulic properties and carbon stocks in a cambisol of southern Brazil. Soil and Tillage Research. 110: 69-76.

- Mika, M.M. and Rice, C. W. 2004.** Tillage and manure effect on soil and aggregate-associated carbon and nitrogen. *Soil Soc. Am. J.*, 68: 809-816.
- Miller, W.P., Martents, D. and Zelazny, C. 1986.** Effect of sequence in extraction of trace metal from soil. *Soil.Sci. Soc. Am* 50: 598-601.
- Mishra, B.B. and Nayak, K.C. 2004.** Organic farming for sustainable agriculture. *Orissa Review*.pp: 42-45.
- Mitchel, C. and Donald, J. 1998.** The value and use of poultry manures as fertilizer, *Agronomy Soil*. ANR-244.
- Mortvedt, J.J. 1980.** Iron source and management practices for correcting iron chlorosis problems, *J. Plant Nutr.*, No. 9, PP: 961-976.
- Ohki, K. 1984.** Manganese deficiency and toxicity effects on growth, development, and nutrient composition in wheat. *Agronomy Journal*. 76: 212-218.
- Orozco, F.H., Cegarra, G., Trujillo, L.M. and Roig, A. 1996.** Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*: effects on C and N contents and availability of nutrients. *Biol. Fert. Soil* 22: 162-166.
- Powelson, D.S., Riche, A.B., Coleman, k., Glending, M.J. and Withmore, A.P. 2008.** Carbon sequestration in European soils through straw incorporation: limitation and alternatives. *Waste Management*. 28: 741-746.
- Pross, C.M., Mahaffee, W.F., Edwards, J.H. and Klopper, J.W. 1996.** Organic by-product effect on soil chemical properties and microbial communities. *Compost Sci: util.* 4: 70-80.
- Raghar, C.S. and Pal, B. 1994.** Effect of saline water on growth yield and contributory Characters of various corn cultivars. *Agriculture Research*, 15.
- Ranjha, A.M., Iftikhar, A., Iqbal, M., AND Javaid Ahmed, M. 2001.** Rice response to applied phosphorus, zinc and farmyard manure. *International Journal of Agriculture & Biology*, 2: 197-198.



- Reddy, B.G. and . Reddy, M.S. 1998.** Soil health and crop productivity in alfisol with integrated plant nutrient supply system. Proceedin of the 9<sup>th</sup> Aust. Agron. Conf Waggawagga. Australia.
- Rion, B., Allowy, J. 2004.** Fundamental aspects of Zinc in soils and plant. International Zinc Association. 23: 1-128.
- Sainz, M.J.; Taboada – Castro, M.T. and Vilarion, A. 1998.** Growth mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes, plant and soil, 205 (1), PP: 85-92.
- Sharma, P., Dudev, R. 2004.** Ascorbat peroxidase from rice seeding. Plant Science. 167: 541-550.
- Shirani, H., Hajabbasi, M.A., Afyani, M. and Hemmat, A. 2002.** Effects of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran. Soil and Tillage Research. 68: 101-108.
- Sims, J.T.; Kline, J.S. 1991.** Chemical fractionation and plant uptake of heavy metals in soils amended with co-composted sewage sludge, J. Environ. Qual.
- Smith, D.C., Beharee, V. and Hughes, J.C. 2001.** The effects of composts produced by a simple composting procedure on the yields of Swiss chard (*Beta vulgaris*L. Var. *Flavesaens*) and common bean (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus*). Sci. Hort. 91: 393-406.
- Smith, J.F., Papendick, R.I., Bezdicek, D.f. and Lynch, J.M. 1993.** Soil organic matter dynamics and cropand residue management. Soil Microbial Ecology. P 65-94.
- Speir, T.W., Horswel, J., Schaik, A.P., Mcblaren, R.G. and Fieje, G. 2004.** Composted biosolids enhance fertility of asandy loam soil under dairy pasture Boil fertile soils. 40. 349-358.
- Tatura, M.R. 2008.** Salinity and growth of forage species. Agriculture notes. A. G. 284.
- Tavarse, MT, Areu MM, Quental LM, Vairinho M, 2003.** The effect of lead zinc on the absorption of potassium phosphorous, magnesium, calcium and sodium dy olive tree. Anais do Istiuto Superior de Agronomia, PP: 167-177.

- Thelen, K.D., Fornning, B.E., Krauchenko, A., Min, D. H. and Robertson, G.P. 2010.** Integrating livestock manure with a corn-soybean bioenergy cropping system improves short- term carbon sequestration rates and net global warming potential. *Biomass and Bioenergy*. 34: 960-966.
- Vakili, B. 1995.** Wastewater treatment and reuse in agriculture. *J. of Water and Wastewater*, 16, 42-47. (In Persian).
- Walkley, A. and Blak T.A. 1934.** An examination of the dehligaroff method for determining organic matter and a proposed modification of chromic acid titration method. *Soil Sci*. 37: 39-38.
- Weber, j. 2004.** Functin of organic matter in soil. Humintech company. [Onlin] available in: [http:// www. Humintech. Com/001 articles/ article definition soil organic mater2. Html](http://www.Humintech.Com/001/articles/article_definition_soil_organic_mater2.Html).
- Wong, J.M.C., Ma, K.K., Fang, K.M. and Cheung, C. 1999.** Utilization of a manure compost for organic farming in Hong Kong. *Bhores. Technnol*. 67: 43-46.
- Wong, M.H. 1990.** Comparision of Several Solid Wastes on the Growth of Vegetable Crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 30: 49-60.
- Wright, S., Harker, T., Miller, L., Welch, A., Ergefard, B. and Islam, R. 2004.** Evaluation of food waste vermicompost on seeding greenhouse casumber growth. *Bioresource technology* 93: 139-144.
- Zaha, si-w. and Huong, f-z. 1992.** The nitrogen uptake efficiency from N-labeled chemical fertilizer in the presence of earthworm manure. In *advancese in management and conservation of soil fauna*. PP: 539-542.
- Zashman, J.E. and Linden, D.R. 1989.** Earthworm effects on corn residues breakdown and infiltration, *Soil-Sci- Soc-Am-J*. 53 (6), PP: 1846-1849.
- Zhu, J.k. 2001.** Plant salt tolerance. *Tend in Plant Sci*. 6: 66-71.

## **Abstract**

To investigate the effect of organic manure and zinc sulfate on the yield and yield components of maize and some soil parameters, a factorial experiment based on randomized complete block with two factors and three replications in the Esfandaqeh 1390-91, located on the outskirts of Jiroft Kerman was performed. In this experiment, three levels of zinc (control, 50 and 100 kg per ha) and four levels of organic fertilizer (control, vermicompost, compost and manure) were applied. The results of these experiments showed that treatment of 50 kg per hectare 6 tons of zinc and compost significantly increased plant height, number of rows, number of kernels per ear of corn. Control of zinc and organic fertilizers significantly increased leaf area, yield, seed weight, and hundred grain weight per ear dry weight. Fifty kg/ha zinc sulphate treatment and organic control fertilizer with in maize stem diameter were significantly increased. Interactions between zinc and organic fertilizer for all traits except plant dry weight, number of kernels per row of corn and soil acidity was significant. Zinc treatment of 100 kg per ha and 6 ha of compost significantly increased the Zn and Cu in soil. Treatment of 100 kg per ha and 6 ha of vermicompost increased zinc, manganese and phosphorus in the soil. Treatment of 50 kg /ha zinc sulphate and 6 tons per hectare vermicompost iron increased in soil significantly. Fifty kg/ha treated with zinc sulphate and 30 kg per ha manure significantly increased available potassium of soil. The treatment of zero zinc sulfate and 30 tons per hectare of manure significantly increased soil electrical conductivity. Thus, according to the results, the combination of zinc and organic fertilizers can be simultaneously used to improve soil quality, but due to the salinity of mineral fertilizers essential.

**Keywords:** compost, vermicompost, maize grain, zinc sulfate



**Shahrood University of Technology**

**Faculty of Agriculture**

**Department of Water and Soil**

**Effect of organic manure and zinc sulfate on yield and yield component of maize some  
soil parameters**

**Aniseh Ghazelbash**

**Supervisor**

**Dr, Shahin Shahsavani**

**Advisors**

**Dr. H. R. Asghari**

**Dr. H. Naghavi**

July 2013