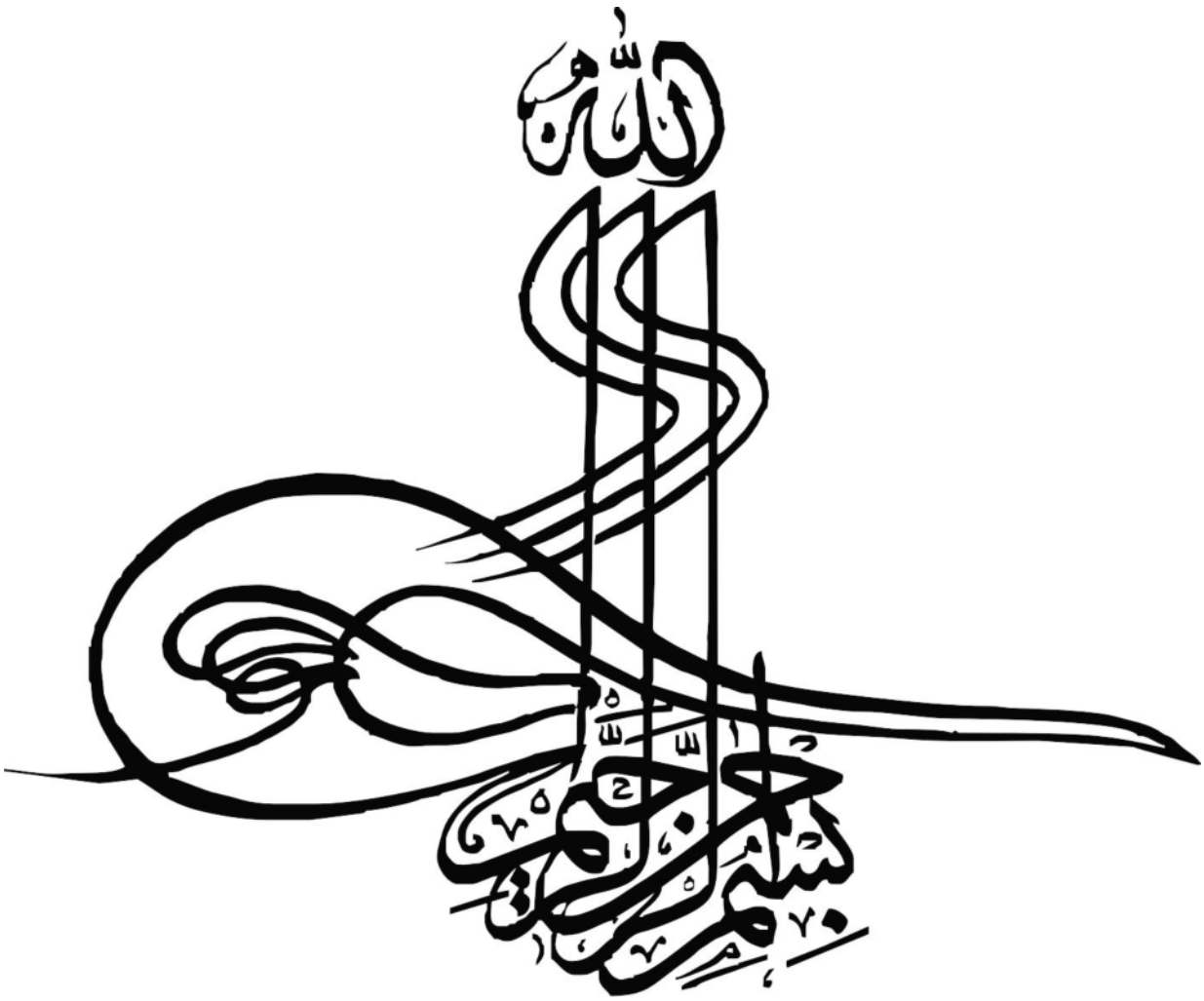

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده: کشاورزی

گروه: آگرو اکولوژی

تأثیر متقابل کود زیستی ورمی کمپوست و خشکی بر نخود

دانشجو

عبدالله کرمزاده

اساتید راهنما

دکتر منوچهر قلی‌پور

دکتر محمد رضا عامریان

اساتید مشاور

دکتر احمد غلامی

دکتر سید حسین صباغ پور

پایان‌نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

دی ماه ۱۳۸۹

شماره :
تاریخ :
ویرایش :

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۶)

بسمه تعالی

فرم صورتجلسه دفاع پایان نامه تحصیلی دوره کارشناسی ارشد

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه **آقای عبدالله کرمزاده** دانشجوی کارشناسی ارشد رشته اکولوژیک تحت عنوان : **" تاثیر متقابل کود زیستی ورمی کمپوست و خشکی بر نخود"** که در تاریخ ۸۹/۱۰/۲۷ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح زیر است :

قبول (با درجه : ..... امتیاز .....) ☑ دفاع مجدد ☐ مردود ☐

۱ـ عالی (۲۰ ـ ۱۸)
۲ـ بسیار خوب (۱۷/۹۹ ـ ۱۶)
۳ـ خوب (۱۵/۹۹ ـ ۱۴)
۴ـ قابل قبول (۱۳/۹۹ ـ ۱۲)

a) عضو هیأت داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ اساتیدراهنما	۱- دکتر منوچهر قلی پور ۲- دکتر محمد رضا عامریان	استادیار استادیار	
۲- اساتید مشاور	۱- ۱ دکتر احمد غلامی ۲- دکترسیدحسین صباغپور	استادیار استادیار	
۳ ـ نماینده شورای تحصیلات تکمیلی	دکتر ناصر فرخی	استادیار	
۴ـ استاد ممتحن	دکتر شاهرخ قرنجیک	استادیار	
۵- استاد ممتحن	دکتر حمید عباس دخت	استادیار	

تأیید رئیس دانشکده

تقدیم به خانواده عزیزتر از جانم

تشکر و قدردانی

سپاس و ستایش خدای را سزاست که نامش آرایش عنوان کلام است و یادش آرام بخش قلب هاست. از استاتید راهنما، جناب آقای دکتر منوچهر قلی‌پور و جناب آقای دکتر محمد رضا عامریان به خاطر راهنمایی و حمایتهای بی‌دریغ‌شان در طی انجام این تحقیق، نهایت تشکر را دارم. همچنین از اساتید محترم، دکتر احمد غلامی و دکتر سید حسین صباغ‌پور به خاطر کمک‌هایشان، بسیار متشکرم. و نیز از تمامی دوستانم در دانشگاه صنعتی شاهرود، تشکر می‌نمایم، کسانی که بدون حمایت و حضور آنها، انجام این تحقیق، میسر نبود. در پایان از خانواده‌ام به خاطر حمایت‌های معنوی و مادی که در طی انجام این تحقیق و کل زندگی‌ام از من داشته‌اند، تشکر ویژه می‌نمایم.

عبدالله کرمزاده

دی ماه ۱۳۸۹

تعهد نامه

اینجانب ..... دانشجوی دوره کارشناسی ارشد / دکتری رشته .....

دانشکده ..... دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه/ رساله .....

..... تحت راهنمائی ..... متعهد می شوم .

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

تاریخ :

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

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

* متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه های تکثیر شده پایان نامه/ رساله وجود داشته باشد .

چکیده:

در چند دهه اخیر مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده‌ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک‌ها گردیده است. از طرفی کمبود آب و مشکلات ناشی از فقدان این ماده حیاتی نیاز به انجام تحقیق در این زمینه را دو چندان می‌کند. این آزمایش به منظور بررسی تأثیر متقابل کود زیستی ورمی‌کمپوست و تنش خشکی بر نخود رقم بیونیج طی سال زراعی ۸۹-۸۸ در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود اجراء شد. آزمایش به صورت کرت خرد شده برپایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. عامل اصلی به سطوح خشکی {شاهد (آبیاری کامل)، قطع آبیاری از مراحل، ۱۰برگی، گلدهی، غلاف‌بندی و پرشدن دانه به بعد} و عامل فرعی به سطوح ورمی‌کمپوست (صفر، ۳، ۶ و ۹ تن درهکتار) اختصاص یافت. نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان می‌دهد که اثرات متقابل کود زیستی ورمی‌کمپوست و قطع آبیاری بر عملکرد و برخی از اجزای عملکرد از جمله تعداد شاخه در بوته، تعدادغلاف پر در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار است. تاثیر مثبت ورمی‌کمپوست بر عملکرد دانه تنها در شرایط قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد معنی‌دار بدست آمد و بیشترین تأثیر مربوط به مصرف ۹ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بود که توانست تأثیر منفی قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه را برطرف نموده و عملکرد دانه را به سطحی برابر با شرایط بدون تنش و عدم استفاده از ورمی کمپوست برساند. تأثیر مثبت۳، ۶ و ۹ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بر عملکرد دانه در شرایط قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه به بعد به ترتیب برابر با ۳۱، ۵۱ و ۱۰۶ درصد بود. درشرایط فاقد تنش خشکی این افزایش به ترتیب برابر با ۲۹، ۳۶ و ۴۵ درصد برای سطوح فوق الذکر ورمی‌کمپوست بود.

کلمات کلیدی:

نخود، تنش خشکی، عملکرد دانه، ورمی‌کمپوست.

لیست مقاله‌های مستخرج از پایان نامه

تاثیر ورمی‌کمپوست برعملکرد نخود در شرایط تنش و غیر تنش خشکی- یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نبات ایران- تهران- دانشگاه شهید بهشتی-۴-۲ مرداد ۱۳۸۹.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۱-۲- خصوصیات گیاه شناسی نخود	۲
۱-۲-۱- مورفولوژی	۲
۱-۲-۲- فیزیولوژی رشد و نمو	۳
۱-۲-۳- اهمیت نخود در ایران و جهان	۴
۱-۳- تعریف خشکی	۴
۱-۴- اثرات خشکی	۵
۱-۵- خشکی و عکس العمل‌های گیاهی	۶
۱-۵-۱- تحمل خشکی(Tolorance)	۶
۱-۵-۲- فرار از خشکی (Escape)	۶
۱-۵-۳- مقاومت به خشکی(Avoidance)	۷
۱-۶- ورمی‌کمپوست	۸
۱-۷- مقایسه کمپوست و ورمی‌کمپوست	۱۰
۱-۸- اهمیت ورمی‌کمپوست	۱۱
۱-۸-۱- منبع غذایی برای گیاه	۱۱
۱-۸-۲- بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و وبیولوژیکی خاک	۱۲
فصل دوم: بررسی منابع	۱۴
۲-۱- اثر تنش خشکی بر رشد گیاه	۱۵
۲-۱-۱- اثر تنش خشکی بر رشد رویشی و زایشی	۱۵
۲-۱-۲- روابط اجزاء عملکرد با عملکرد	۱۷
۲-۱-۳- تاثیر خشکی بر عملکرد و اجزای آن	۱۹
۲-۲- تأثیر ورمی‌کمپوست بر عملکردهای رشدی گیاه	۲۱
۲-۲-۱- افزایش فعالیت‌های رشد در گیاه	۲۱
۲-۲-۲- بهبود رشد و عملکرد محصول	۲۱
۲-۳- تنوع زیستی در ورمی‌کمپوست	۲۵

فصل سوم: مواد روش‌ها ۲۷
۳-۱- مشخصات محل آزمایش ۲۸
۳-۲- شرایط آب و هوایی محل اجرای آزمایش ۲۸
۳-۳- رطوبت نسبی هوا ۳۰
۳-۴- مشخصات خاک مزرعه ۳۰
۳-۵- مشخصات طرح آزمایش ۳۰
۳-۶- مشخصات کرت‌ها ۳۱
۳-۷- عملیات آماده سازی زمین، کوددهی و کاشت ۳۲
۳-۸- عملیات داشت ۳۲
۳-۸-۱- نمونه برداری ۳۳

فصل چهارم: نتایج بحث ۳۴
۴-۱- ارتفاع ۳۵
۴-۲- تعداد شاخه در بوته ۳۸
۴-۳- تعداد غلاف در بوته: ۴۱
۴-۴- وزن غلاف در بوته ۴۴
۴-۵- تعداد دانه در بوته ۴۶
۴-۶- تعدادغلاف پر در بوته ۴۹
۴-۷- وزن صددانه ۵۳
۴-۸- عملکرد دانه ۵۶
۴-۹- عملکرد بیولوژیک ۶۱
۴-۱۰- شاخص برداشت ۶۵
۴-۱۱- تسهیم بیوماس به برگ و ساقه ۶۷
۴-۱۲- جمع بندی نتایج ۸۵
پیشنهادات ۸۶
منابع ۸۷

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل۴-۱ اثرات متقابل تنش و ورمی‌کمپوست بر تعداد شاخه در بوته، a5, a4, a3, a2, a1 به ترتیب معادل شاهد و تنش در مراحل، ۱۰برگی، گلدهی، غلاف‌بندی و پرشدن دانه است وb4, b3, b2, b1 به ترتیب معادل مقادیر ۰، ۳، ۶ و ۹ تن درهکتار ورمی‌کمپوست است ۴۰

شکل۴-۲ اثرات متقابل تنش و ورمی‌کمپوست بر تعداد دانه در بوته، a5, a4, a3, a2, a1 به ترتیب معادل شاهد و تنش در مراحل، ۱۰برگی، گلدهی، غلاف‌بندی و پرشدن دانه است وb4, b3, b2, b1 به ترتیب معادل مقادیر ۰، ۳، ۶ و ۹ تن درهکتار ورمی‌کمپوست است. ۴۹

شکل ۴-۳ اثرات متقابل تنش و ورمی‌کمپوست بر تعداد غلاف پر در بوته، a5, a4, a3, a2, a1 به ترتیب معادل شاهد و تنش در مراحل، ۱۰برگی، گلدهی، غلاف‌بندی و پرشدن دانه است وb3, b2, b1, b4 به ترتیب معادل مقادیر ۰، ۳، ۶و ۹ تن درهکتار ورمی‌کمپوست است. ۵۲

شکل ۴-۴ اثرات متقابل تنش و ورمی‌کمپوست بر عملکرد دانه، a5, a4, a3, a2, a1 به ترتیب معادل شاهد. و تنش در مراحل، ۱۰برگی، گلدهی، غلاف‌بندی و پرشدن دانه است وb4, b3, b2, b1 به ترتیب معادل مقادیر ۰، ۳، ۶ و ۹ تن درهکتار ورمی‌کمپوست است. ۶۰

شکل ۴-۵ اثرات متقابل تنش و ورمی‌کمپوست بر عملکرد بیولوژیک، a5, a4, a3, a2, a1 به ترتیب معادل شاهد و تنش در مراحل، ۱۰برگی، گلدهی، غلاف‌بندی و پرشدن دانه است وb4, b3, b2, b1به ترتیب معادل مقادیر ۰، ۳، ۶ و ۹ تن درهکتار ورمی‌کمپوست است. ۶۴

شکل ۴-۶ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از ۱۰ برگی به بعد و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست. ۶۸

شکل ۴-۷ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از ۱۰ برگی به بعد و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست. ۶۸

شکل ۴-۸ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از ۱۰ برگی به بعد و استفاده از ۳تن ورمی‌کمپوست. ۶۹

شکل ۴-۹ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از ۱۰ برگی به بعد و استفاده از ۳تن ورمی‌کمپوست. ۶۹

شکل ۴-۱۰ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از ۱۰ برگی به بعد و استفاده از ۶تن ورمی‌کمپوست. ۶۹

شکل ۴-۱۱ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از ۱۰ برگی به بعد و استفاده از ۶تن ورمی‌کمپوست. ۷۰

شکل ۴-۱۲ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از ۱۰ برگی به بعد و استفاده از ۹تن ورمی‌کمپوست. ۷۰
شکل ۴-۱۳ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از ۱۰ برگی به بعد و استفاده از ۹تن ورمی‌کمپوست. ۷۰
شکل ۴-۱۴ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست. ۷۱
شکل ۴-۱۵ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست. ۷۱
شکل ۴-۱۶ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و استفاده از ۳تن ورمی‌کمپوست. ۷۱
شکل ۴-۱۷ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و استفاده از ۳تن ورمی‌کمپوست. ۷۲
شکل ۴-۱۸ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و استفاده از ۶تن ورمی‌کمپوست. ۷۲
شکل ۴-۱۹ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و استفاده از ۶تن ورمی‌کمپوست. ۷۲
شکل ۴-۲۰ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و استفاده از ۹تن ورمی‌کمپوست. ۷۳
شکل ۴-۲۱ رابطه وزن ساقه برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و استفاده از ۹تن ورمی‌کمپوست. ۷۳
شکل ۴-۲۲ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله غلاف‌بندی به بعد و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست. ۷۳
شکل ۴-۲۳ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله غلاف‌بندی به بعد و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست. ۷۴
شکل ۴-۲۴ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله غلاف‌بندی به بعد و استفاده از۳ تن ورمی‌کمپوست. ۷۴
شکل ۴-۲۵ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله غلاف‌بندی به بعد و استفاده از۳ تن ورمی‌کمپوست. ۷۴
شکل ۴-۲۶ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله غلاف‌بندی به بعد و استفاده از۶ تن ورمی‌کمپوست. ۷۵

شکل ۴-۲۷ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله غلاف‌بندی به بعد و استفاده از۶ تن ورمی‌کمپوست. ۷۵
شکل ۴-۲۸ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله غلاف‌بندی به بعد و استفاده از۹ تن ورمی‌کمپوست. ۷۵
شکل ۴-۲۹ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله غلاف‌بندی به بعد و استفاده از۹ تن ورمی‌کمپوست. ۷۶
شکل ۴-۳۰ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست. ۷۶
شکل ۴-۳۱ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست. ۷۶
شکل ۴-۳۲ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد و استفاده از ۳تن ورمی‌کمپوست. ۷۷
شکل ۴-۳۳ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد و استفاده از ۳تن ورمی‌کمپوست. ۷۷
شکل ۴-۳۴ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد و استفاده از ۶ تن ورمی‌کمپوست. ۷۷
شکل ۴-۳۵ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد و استفاده از ۶ تن ورمی‌کمپوست. ۷۸
شکل ۴-۳۶ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد و استفاده از ۹تن ورمی‌کمپوست. ۷۸
شکل ۴-۳۷ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد و استفاده از ۹تن ورمی‌کمپوست. ۷۸
شکل ۴-۳۸ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط آبیاری کامل و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست. ۷۹
شکل ۴-۳۹ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط آبیاری کامل و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست. ۷۹
شکل ۴-۴۰ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط آبیاری کامل و استفاده از ۳تن ورمی‌کمپوست. ۷۹
شکل ۴-۴۱ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط آبیاری کامل و استفاده از ۳تن ورمی‌کمپوست. ۸۰

شکل ۴-۴۲ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط آبیاری کامل و استفاده از ۶تن ورمی‌کمپوست. ۸۰
شکل ۴-۴۳ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط آبیاری کامل و استفاده از ۶تن ورمی‌کمپوست. ۸۰
شکل ۴-۴۴ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط آبیاری کامل و استفاده از ۹تن ورمی‌کمپوست. ۸۱
شکل ۴-۴۵ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط آبیاری کامل و استفاده از ۹تن ورمی‌کمپوست. ۸۱
شکل ۴-۴۶ ضریب اختصاص بیوماس به برگ، a5, a4, a3, a2, a1 به ترتیب معادل شاهد و تنش در مراحل، ۱۰برگی، گلدهی، غلاف‌بندی و پرشدن دانه است و b4, b3, b2, b1 به ترتیب معادل مقادیر ۰، ۳، ۶ و ۹ تن درهکتار ورمی‌کمپوست است. خطوط بار نشان دهنده خطای استاندارد است. ۸۴
شکل ۴-۴۷ رابطه بین عملکرد دانه و ضریب اختصاص بیوماس به برگ(پر برگی گیاه). ۸۴

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۳-۱ مشخصات اقلیمی و جغرافیایی شاهرود. ۲۸
جدول ۳-۲ آمار هواشناسی سال ۸۸-۸۷ شاهرود ۲۹
جدول ۳-۳ خصوصیات خاک ۳۰
جدول ۴-۱ نتایج تجزیه واریانس ارتفاع بوته برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست ۳۶
جدول ۴-۲ مقایسه میانگین ارتفاع برای سطوح خشکی مورد آزمایش ۳۷
جدول ۴-۳ مقایسه میانگین ارتفاع برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش ۳۷
جدول ۴-۴ نتایج تجزیه واریانس تعداد شاخه در بوته برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست ۳۹
جدول ۴-۵ مقایسه میانگین تعداد شاخه در بوته برای سطوح خشکی مورد آزمایش ۳۹
جدول ۴-۶ مقایسه میانگین تعداد شاخه در بوته برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش ۴۰
جدول ۴-۷ نتایج تجزیه واریانس تعداد غلاف در بوته برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست ۴۲
جدول ۴-۸ مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته برای سطوح خشکی مورد آزمایش ۴۳
جدول ۴-۹ مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش ۴۳
جدول ۴-۱۰ نتایج تجزیه واریانس وزن غلاف در بوته برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست ۴۵
جدول ۴-۱۱ مقایسه میانگین وزن غلاف در بوته برای سطوح خشکی مورد آزمایش ۴۵
جدول ۴-۱۲ مقایسه میانگین وزن غلاف در بوته برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش ۴۶
جدول ۴-۱۳ نتایج تجزیه واریانس تعداد دانه در بوته برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست ۴۷
جدول ۴-۱۴ مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته برای سطوح خشکی مورد آزمایش ۴۸
جدول ۴-۱۵ مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش ۴۸
جدول ۴-۱۶ نتایج تجزیه واریانس تعداد غلاف پر در بوته برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست ۵۱
جدول ۴-۱۷ مقایسه میانگین تعداد غلاف پر در بوته برای سطوح خشکی مورد آزمایش ۵۱
جدول ۴-۱۸ مقایسه میانگین تعداد غلاف پر در بوته برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش ۵۲
جدول ۴-۱۹ نتایج تجزیه واریانس وزن صددانه برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست ۵۴
جدول ۴-۲۰ مقایسه میانگین ورن صددانه برای سطوح خشکی مورد آزمایش ۵۵
جدول ۴-۲۱ مقایسه میانگین وزن صددانه برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش ۵۵
جدول ۴-۲۲ نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست ۵۹

جدول ۴-۲۳ مقایسه میانگین عملکرد دانه برای سطوح خشکی مورد آزمایش ۵۹
جدول ۴-۲۴ مقایسه میانگین عملکرد دانه برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش ۶۰
جدول ۴-۲۵ نتایج تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست ۶۳
جدول ۴-۲۶ مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک برای سطوح خشکی مورد آزمایش ۶۳
جدول ۴-۲۷ مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش ۶۴
جدول ۴-۲۸ نتایج تجزیه واریانس شاخص برداشت برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست ۶۶
جدول ۴-۲۹ مقایسه میانگین شاخص برداشت برای سطوح خشکی مورد آزمایش ۶۶
جدول ۴-۳۰ مقایسه میانگین شاخص برداشت برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش ۶۷
جدول ۴-۳۱کمیت ضریب تخصیص بیوماس تولیدی به ساقه و برگ و انحراف استاندارد آن برای سطوح مورد آزمایش ورمی‌کمپوست و تنش خشکی در نخود. ۸۲

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

حبوبات نقش مهمی را در تامین نیازهای غذائی انسان ایفا می‌کنند. نخود دومین گیاه مهم از این گروه محصولات کشاورزی است. از لحاظ وسعت کشت مقام سوم را در بین حبوبات جهان دارد و در ۳۳ کشور جهان کشت می شود (سینگ، ۱۹۹۷). این گیاه در تغذیه مردم ایران مصرف زیادی دارد. درکشورهای درحال توسعه مردم اساساً از محصولات پرنشاسته مثل برنج، گندم، ذرت، سورگوم، سیب زمینی وکاساوا تغذیه می کنند. این محصولات از نظر پروتئین غنی نیستند، حال آنکه یکی از مشکلات نابهنجار فعلی میلیونها نفر از مردم خصوصاً آنهایی که درمناطق گرم زندگی می‌کنند کمبود پروتئین است. مطالعات حاکی از آن است که ترکیب مناسبی از پروتئین گیاهی می تواند سوء تغذیه و کمبود پروتئین را مرتفع سازد. قسمتی از کمبود پروتئین را می توان بوسیله مصرف حبوبات جبران نمود. ۳۰-۲۰٪ وزن دانه های حبوبات را پروتئین تشکیل می دهد که این میزان ۳-۲ برابر پروتئین غلات و ۲۰-۱۰ برابر بیشتر از پروتئین گیاهان غده ای است (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۲).

۱-۲- خصوصیات گیاه شناسی نخود

نخود زراعی با نام علمی *Cicer arietinum* از خانواده بقولات Leguminose زیر تیره پروانه آساها Paplionaceae جنس Cicer می‌باشد. در فارسی به نام‌های نخود زراعی، نخود سفید، نخود ایرانی و نخود نامیده می شود. نام انگلیسی آن Chickpea، Fieldpea، Gram، Garbanzou و Bangalgram می‌باشد (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۲).

۱-۲-۱- مورفولوژی

نخود گیاهی یکساله با تیپ ایستاده، نیمه ایستاده یا خوابیده به ارتفاع ۰/۲ تا ۱ متر است. دارای کرک‌ها و پرزهای غده‌دار و بوته آن به رنگ سبز زیتونی تا سبز آبی است. بوته نخود ممکن است

دارای شاخه دهی کم یا زیاد باشد. سیستم ریشه ای نخود قوی و تا عمق حداکثر ۲ متر می‌تواند ادامه یابد. سیستم ریشه ای دارای پتانسیل گره‌زایی خوب و درشت است. برگ‌ها، شانه‌ای متناوب و دارای ۸-۳ جفت برگچه و یک برگچه انتهایی هستند. گل آذین دارای یک و گاهی دو گل روی محور دمگل بلند و باریک بوده و دمگل‌ها هنگام رسیدگی یا پرشدن غلاف‌ها حالت آویزان به خود می‌گیرند. گل‌ها پروانه‌ای شکل و به رنگ سفید صورتی تا ارغوانی یا آبی دیده می‌شوند. هر گل دارای ۱۰ عدد پرچم به صورت دیادلفوس(۹+۱) و تا حدودی خمیده بوده، و بساک‌ها در پایه به هم متصل و به شکل بیضی و زرد رنگ می‌باشند. تخمدان تقریباً بدون پایه بوده، و خامه آن خمیده رو به بالا و دارای کلاله ٔ پهن می باشد. تخمدان متورم و کرک‌دار است. غلاف‌های نخود، متورم، به شکل بیضوی یا لوزی، می‌باشند. روی پوست غلاف، کرک‌های غده‌ای و مترشحه وجود دارد. دانه‌ها کروی، گوشه‌دار به رنگ کرم تا قهوه‌ای، سبز یا سیاه بوده و سطح دانه‌ها صاف یا چروکیده می باشد. رنگ پوسته بذر ممکن است با رنگ گل همبستگی داشته باشد، بدین ترتیب ژنوتیپ‌های دارای بذور تیره‌تر(دسی) دارای گل رنگی (اغلب ارغوانی) و ژنوتیپ‌های با بذر سفید تا کرم اغلب دارای گل‌های سفید رنگ می‌باشد. گیاهچه‌ها بسته به شرایط ۱۰-۷ روز پس از کاشت سبز می‌شوند. جوانه زنی بذر نخود به صورت هیپوچیل(لپه زیر خاک) است. دو برگ اولیه روی گیاه ساده متقابل هستند (پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

۱-۲-۲- فیزیولوژی رشد و نمو

در نخود رشد و نمو را می‌توان به چهار مرحله فنولوژیکی تقسیم کرد. این مراحل عبارتند از: ۱- جوانه زنی، ۲- رشد رویشی، ۳- گل دهی و ۴- غلاف بندی و رسیدگی نهایی. جوانه زنی مناسب، نیاز اولیه برای استقرار گیاه است و رشد رویشی شامل شاخه‌دهی و توسعه تاج گیاه است. گلدهی نخود از نوع رشد نامحدود می‌باشد، و حتی در هنگام گل‌دهی و نمو غلاف رشد رویشی ادامه می‌یابد و رسیدگی نیز معمولاً با پیر شدن برگ‌ها توام است (پارسا و باقری، ۱۳۸۷).

۱-۲-۳- اهمیت نخود در ایران و جهان

نخود سومین گیاه از گروه حبوبات مهم دنیا با تولید جهانی معادل ۸ میلیون تن می‌باشد. این مقدار تولید در سطحی معادل ۱۰/۵۳ میلیون هکتار با عملکرد متوسط۷۷۳ کیلوگرم به دست می‌آید. نخود به عنوان یکی از مهمترین حبوبات در ایران، دارای سطح زیر کشت معادل۷۵۰ هزار هکتار و تولید ۳۰۰ هزار تن با عملکرد متوسطی معادل ۴۰۷ کیلو گرم در هکتار می‌باشد. سطح زیر کشت و تولید این محصول طی دو دهه‌ی گذشته در کشور به ترتیب ۳ و ۵ برابر افزایش یافته است. با این حال عملکرد متوسط آن از ۶۶۳ کیلوگرم به ۴۰۷ کیلوگرم تنزل یافته است که دلیل عمده آن کشت دیم و اختصاص زمین‌های نامرغوب به کشت این محصول می‌باشد. نخود در بین حبوبات ۶۴٪ سطح زیر کشت را به خود اختصاص داده و در بین محصولات کشاورزی در کشور از نظر سطح زیر کشت سومین رتبه را دارا می‌باشد. در حدود ۹۵٪ سطح زیر کشت نخود در ایران به صورت کشت دیم است. با این وجود عملکرد نخود در ایران در حدود نصف عملکرد جهانی است (پارسا و باقری، ۱۳۸۷). ایران درتولید این محصول رتبه چهارم دنیا را پس از هندوستان، پاکستان و ترکیه به خود اختصاص داده است (صباغ پور، ۲۰۰۳).

۱-۳- تعریف خشکی

خشکی مهمترین عامل محدود کننده تولید موفقیت آمیز محصولات زراعی در سراسر جهان به حساب می‌آید. کاهش عملکرد محصولات زراعی در اثر تنش خشکی در مناطق گرمسیری غرب آسیا و شمال افریقا بین ۳۵٪ تا ۵۰٪تخمین زده شده است. خشکی هنگامی ایجاد می‌شود که مجموعه ای از عوامل فیزیکی و محیطی، فراهمی آب در محیط ریشه یا ساختار گیاه را کاهش داده، در نتیجه میزان محصول را کاهش می‌دهند. این کاهش ممکن است حاصل تاخیر یا عدم استقرار بوته‌ها، ضعیف ماندن یا از بین رفتن بوته‌های استقرار یافته، مستعد شدن گیاه نسبت به حمله بیماری‌ها و آفات و تغییرات

فیریولوژیکی و بیوشیمیایی در سوخت و ساز گیاهان باشد. از طرف دیگر، خشکی را می‌توان به عنوان فقدان یا کمبود نزولات و به عبارتی، کمبود رطوبت در محیط رشد تعریف نمود که موجب آسیب رسیدن به محصول می‌شود. میزان خسارت وارده تابع نوع گیاه، ظرفیت نگهداری آب در خاک و شرایط جوی موثر بر میزان تبخیر وتعرق می‌باشد (کوچکی و خواجه حسینی، ۱۳۸۷). تنش خشکی رشد گیاه زراعی، فتوسنتز برگ، تنفس و پیری برگ را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. هرچند تاثیر تنش خشکی بر رشد و نمو گیاه زراعی در کلیه مراحل نموی قابل توجه است، لیکن شدت خسارت، ظرفیت جبران خسارت و اثر آن بر محصول نهایی به مرحله نموی که گیاه تحت تنش قرار گرفته وابسته است (امام، ۱۳۷۴).

۱-۴- اثرات خشکی

خشکی یکی از مهمترین عوامل محدود کننده‌ی تولید حبوبات بویژه نخود، عدس و نخود فرنگی در شرایط دیم نواحی مدیترانه‌ای غرب آسیا و شمال آفریقا است. بررسی‌ها نشان داده است که در شرایط بروز تنش خشکی موارد زیر رخ می‌دهد: ۱- افت رطوبت قابل دسترس خاک در محیط ریشه‌ها، ۲- افزایش تبخیر و تعرق نسبت به جذب آب، ۳- افزایش تنفس سلولی و صدمه به فرآیندهای متابولیکی و ساختمان سلولی، ۴- ممانعت نوری و اکسیداسیون نوری که در صورت شدت، مرگ اندام و گیاه را به دنبال خواهد داشت، ۵- افزایش سختی خاک در نتیجه تاثیر منفی ناشی از آن بر رشد ریشه و اندام هوایی، ۶- غیر قابل دسترس شدن عناصر غذایی محیط ریشه، ۷- افزایش نمک در اطراف ریشه و مسمومیت عناصر معدنی. محققان همواره در عمل با این چالش مواجه هستند که چگونه میزان تاثیر هر یک این پدیده‌ها را بر رشد و سازگاری گیاه تنش دیده را بکاهد (گنجعلی، ۱۳۸۴).

۱-۵- خشکی و عکس العمل‌های گیاهی

اغلب گیاهان نسبت به خشکی یا کم آبی حساس هستند و حیات و رشد آنها با خطر مواجه می‌شود. در چنین حالتی گفته می‌شود که گیاه در استرس خشکی قرار گرفته است. البته در بین گیاهان گروهی یافت می‌شود که قدرت مقاومت در برابر خشکی را دارند. سازگاری به خشکی نتیجه بسیاری از خصوصیات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی است که غالبا مستقل از هم بوده و اثرمتقابل این خصوصیات هنوز به طور کامل مشخص نشده است. به طور کلی گیاهان در مقابل خشکی سه نوع استراتژی برای تقلیل اثرات منفی خشکی بر رشد و نمو دارند. دارند. ۱- تحمل خشکی (کلارک، ۱۹۸۱) ۲- فرار از خشکی و ۳- مقاومت به خشکی (لویت، ۱۹۸۰).

۱-۵-۱- **تحمل خشکی** (Tolorance)

مکانیسم تحمل به خشکی شامل: تحمل گرما، تنظیم اسمزی، سرعت فتوسنتز نسبتاً بالا و پتانسیل آب پایین است که این عوامل اثرات کمبودآب را کاهش می‌دهند (کلارک، ۱۹۸۱).

۱-۵-۲- **فرار از خشکی** (Escape)

توانایی (ساختاری یا اختیاری) کامل کردن رشد قبل از شدید شدن خشکی و بقا داشتن در فصل خشک به وسیله دانه (در غلات، علوفه‌های یکساله) یا به صورت خواب، شبه خواب یا حالت رکود (درختان، بوته‌ها، یا علوفه‌های چند ساله) را می‌توان فرار از خشکی نامید (کافی و همکاران ۱۳۷۹).

راحت‌ترین راه سازگاری گیاه به شرایط خشک فرار از خشکی است. بسیاری از گیاهان کویری موسوم به گیاهان زودگذر درابتدای بارندگی جوانه می‌زنند این گیاهان دارای دورهٔ رشد کوتاه می‌باشند که محدود به دوره بارندگی می‌شود. در گیاهان زراعی قابلیت رسیدن یک واریته قبل خشک

شدن خاک نشان دهنده سازگاری عمده آن رقم از نظر رشد در یک منطقه خشک می‌باشد. البته تعداد کمی از گیاهان دارای دوره رشد و نمو کوتاه می‌باشند (تورن، ۱۹۹۸).

۱-۵-۳- **مقاومت به خشکی** (Avoidance)

مقاومت به خشکی توانایی یک گیاه برای زنده ماندن، رشد نمودن و در نهایات تولید محصول رضایت بخش است، در شرایط وقوع کمبود آب اطلاق می‌شود (گاپتا، ۱۹۸۸). گیاهانی که نمی توانند از دوره‌های خشکی فرار کنند اساساً می‌توانند از راه‌های زیر با خشکی مقابله نمایند:

۱) اجتناب یا تاخیر در پسابیدگی

که به روشهای مختلف زیر به وقوع می‌پیوندد: حفظ محتوای نسبی آب و حجم پروتوپلاست یا آماس سلولی طی خشکی. دراین شرایط ممکن است رشد کاهش یافته یا کاهش پیدا نکند ولی فرآیندهای متابولیکی ادامه می‌یابد.

- ❖ کنترل آب و مواد معدنی از خاک، رشد ریشه، توازن هدایت و توزیع درشرایط متحمل به خشکی و فنولوژی گیاه.
- ❖ کنترل تلفات آب از طریق برگها: موازنه بین حفظ آب از طریق کاهش در تبخیر جهت سرد شدن و تثبیت کربن حائز اهمیت است. مکانیسم‌ها شامل بسته شدن روزنه‌ها در پاسخ به کمبود فشار بخار، مقاومت کوتیکولی بالا، انعکاس نور به وسیله موم یا کرکدار بودن، حرکت‌های برگ، ریزش برگ، تغییر سیستم فتوسنتز C_3 به CAM[1] می‌باشند.
- ❖ تنظیم اسمزی جهت حفظ آماس سلولی.

[1] Crassulacean acid metabolism

- ❖ تغییر در خصوصیات دیواره و اندازه سلول.

۲) تحمل پسابیدگی: توانایی تحمل دوره‌های کاهش در محتوای نسبی آب، کاهش حجم یا کاهش آماس و بهبودی پس از آن را تحمل پسابیدگی نامند که به روش‌های زیر به اجرا در می‌آید:

- ❖ تنظیم اسمزی، تغییر در اندازه سلول و تغییر شکل دیواره جهت جلوگیری از پلاسمولیز و از بین رفتن دیواره همراه با چروکیده شدن پروتوپلاست.
- ❖ ثبات غشا: تغییر در تراکم و نفوذپذیری فسفولپیدی، حفاظت کننده‌های اسمزی، تنظیم کنندگان سوپراکسید.
- ❖ تقویت دستگاه فتوسنتزی.
- ❖ ذخیره کربن تثبیت شده و نیتروژن جهت استفاده در فاز بازیابی.
- ❖ توانایی انتقال ذخایر کربوهیدراتی به اجزای اقتصادی گیاه به هنگام قرار گیری در شرایط تنش شدید (کافی و همکاران، ۱۳۷۹).

۱-۶- ورمی‌کمپوست

در چند دهه اخیر مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده‌ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک‌ها گردیده است (شارما،۲۰۰۲). کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودهای زیستی با هدف حذف یا تقلیل چشمگیر در مصرف نهاده‌های شیمیایی یک راه‌حل مطلوب جهت غلبه بر این مشکلات به شمار

می‌آید. کودهای زیستی حاوی مواد نگهدارنده‌ای با جمعیت متراکم یک یا چند نوع ارگانیسم مفید خاکزی و یا بصورت فرآورده متابولیک این موجودات می باشد که به منظور بهبود حاصلخیزی خاک و عرضه مناسب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در یک سیستم کشاورزی پایدار به کار می‌رود (راستین، ۲۰۰۱) که از بین آنها می‌توان به تعریف ورمی‌کمپوست و اهمیت آن که در این پایان‌نامه بکار گرفته شده است اشاره کرد.

ورمی‌کمپوست فرآیند بیوتکنولوژی ساده کمپوست است که در آن از گونه‌های خاصی از کرم‌های خاکی برای تبدیل مواد زائد به منابع مفید استفاده می شود (گاندی و همکاران، ۱۹۹۷). ورمی‌کپوست یا کمپوست کرمی، عبارت است از کود آلی بیولوژیکی که در اثر عبور مداوم و آرام مواد آلی در حال پوسیدگی از دستگاه گوارش گونه‌هایی از کرم‌های خاکی و سپس دفع آنها حاصل می‌گردد. این مواد هنگام عبور از بدن کرم آغشته به مخاط دستگاه گوارش (موکوس)، ویتامین‌ها و آنزیم‌ها شده که در نهایت به عنوان یک کود آلی غنی شده و بسیار مفید برای بهبود عناصر غذایی و ساختمان خاک، تولید و مورد مصرف واقع می‌گردد. بنابراین ورمی‌کپوست عبارت خواهد بود از فضولات کرم به همراه درصدی از مواد آلی و غذایی بستر و لاشه کرمها.

کیل (۱۹۹۲) اظهار داشت که بقایای آلی توانایی تبدیل شدن به ورمی‌کمپوست را دارند. در اثر تغذیه کرم‌های خاکی از بقایای آلی، این مواد دچار تغییرات فیزیکی و شیمیایی می‌شوند. حدود ۵ الی ۱۰ درصد از مواد بلعیده شده توسط کرم‌ها در فعالیت‌های متابولیکی جذب می‌شود، بنابراین ۹۰ تا ۹۵ درصد مواد به شکل فضولات دفع می‌گردد. فضولات با ترشحات موکوییدی دیواره روده و میکروبها مخلوط می گردد.

۱-۷- مقایسه کمپوست و ورمی‌کمپوست

کمپوست زباله های شهری به عنوان یک کود آلی مقرون به صرفه با توان مناسب و با ارزش می تواند به عنوان جایگزینی مناسب در کشاورزی پایدار و کشت ارگانیک از جایگاه ویژه ای برخوردار باشد (سامنر،۲۰۰۰). از طرفی مصرف کمپوست زباله های شهری به علت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مواد موجود در آن نگرانی‌های را به دنبال داشته است از آن جمله می توان به جنبه های عناصر مسموم کننده، عدم اطمینان از ارزش غذایی مواد موجود برای گیاه و عواقب زیست محیطی در خصوص انتقال آلاینده ها از خاک به آبهای زیرزمینی، گیاهان و تجمع عناصر سنگین در خاک با گذشت زمان اشاره نمود (والکوزکی، ۲۰۰۳). کمپوست تولید شده باید کاملاً رسیده باشد تا از اثرات مواد سمی و احتمال محدودیت در رشد و عملکرد گیاهان به دلیل بالا بودن نسبت کربن به ازت جلوگیری گردد (ممو و همکاران، ۱۹۹۸).

تهیه ورمی کمپوست به منظور تبدیل ضایعات آلی به کود آلی با ارزش و غنی شده در مقایسه با فرآیند تهیه کمپوست به روش سنتی، از ارزش غذایی بالایی به دلیل افزایش معدنی شدن و درجه هوموسی شدن برخوردار است (جای‌ابل و همکاران، ۲۰۰۱).

وارمن و همکاران (۲۰۱۰) اظهار داشتند کمپوست نارس دارای اثرات منفی در رشد و توسعه گیاه است، که این امر به دلیل افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و نامحلول بودن مواد در کمپوست نارس می‌باشد. در بسیاری از موارد استفاده از کمپوست نارس باعث ایجاد مواد سمی و نشانه های کمبود در گیاه شده است. اما استفاده از ورمی‌کمپوست تاثیر بالای در کیفیت و رشد محصولات دارد.

دیکرسون (۱۹۹۹) طی مقایسه کمپوست و ورمی‌کمپوست از نظر میزان عناصر غذایی به این نتیجه رسید که غلظت عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست به طور معنی‌داری بیشتر از کمپوست بوده و

بنابراین میزان کاربرد این ماده آلی بایستی نصف کود کمپوست باشد. راو (۱۹۹۴) اثر کمپوست و ورمی‌کمپوست را روی خصوصیات خاک و تولید بیوماس در گیاه ذرت را بررسی کرد. وی بیان داشت که ورمی‌کمپوست نسبت C/N را در مقایسه با کمپوست کاهش می‌دهد. همچنین آزاد سازی عناصر غذایی، میزان عناصر S, Mg, Ca, K, P, N و عناصر میکرو در ورمی‌کمپوست نسبت به کمپوست بیشتراست.

۱-۸- اهمیت ورمی‌کمپوست

۱-۸-۱- منبع غذایی برای گیاه

سرین واس و همکاران (۲۰۰۰) اظهار داشت ورمی کمپوست مواد غذایی را به فرم قابل جذب در اختیار گیاه قرار می‌هد. بنابراین جذب مواد غذایی در گیاه افزایش می‌یابد. استفاده از ورمی‌کمپوست به میزان ۱۰ تن در هکتار همراه با کود نیتروژن قابلیت جذب نیتروژن در کدو را به طور معناداری افزایش می‌دهد. همچنین استفاده از ورمی‌کمپوست و میزان توصیه شده کودهای شیمیایی در برنج علاوه بر افزایش جذب نیتروژن جذب عناصر فسفات، پتاسیم و منگنز را افزایش می‌دهد (جادهوا و همکاران ۱۹۹۷). گزارشات فراوانی وجود دارد که نشان دهنده بالا بودن غلظت کاتیون‌های قابل تبادل مثل K, Ca , P, Mg, Na قابل جذب و Mo در ورمی‌کمپوست است (شایند و همکاران، ۱۹۹۲). شارما (۲۰۰۲) گزارش کردند که میزان نیتروژن، کلسیم، منیزیم، پتاسیم، در ورمی‌کمپوست به ترتیب ۵، ۱۴، ۳و ۱۱برابر خاک زراعی است.

عناصر غذایی ماکرو و میکرو در ورمی‌کمپوست نسبت به دیگر کمپوست‌ها بیشتر است. میزان عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست نسبت به ماده آلی فرآوری نشده کمتر است، اما حاوی مقدار بیشتری

از عناصر ماکرو و میکرو می‌باشد. میزان عناصر غذایی به نوع ماده به کار رفته برای تغذیه کرم‌ها بستگی دارد. مطالعات نشان داده است که ورمی‌کمپوست، عناصر غذایی ریز مغذی را به مراتب بیشتر از عناصر ماکرو برای گیاه تامین می‌کند. ترشحات کرم و میکروب‌های مخلوط شده با آن اثر تحریک کننده بر جذب عناصر غذایی توسط گیاهان دارد. اسیدهای آلی دفع شده از فضولات کرم به عنوان تحریک کننده رشد گیاه عمل می‌کند. بطوریکه نتایج مثبتی بر درصد جوانه‌زنی بذر، ریشه‌دار شدن قلمه‌ها و استحکام نسوج گیاهان دارد (کیل، ۱۹۹۲).

۱-۸-۲- بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و وبیولوژیکی خاک

مارینرایی و همکاران (۲۰۰۰) اظهار داشتند ورمی‌کمپوست خلل و فرج درشت خاک را به میزان ۵۰ تا ۵۰۰ میکرومتر افزایش داده در نتیجه آب و اکسیژن در دسترس گیاه افزایش می یابد. کاربرد کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست اثرات مطلوبی بر pH، جمعیت میکروبی و فعالیت خاک داشته است (مهیزوراپا و همکاران، ۱۹۹۹). آذرمی و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی تاثیر ورمی‌کمپوست بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در مزرعه گوجه فرنگی بیان داشتند که کاربرد ۱۵ تن درهکتار ورمی‌کمپوست باعث افزایش کربن آلی، EC[1]، نیتروژن، فسفر، کلسیم، آهن، منگنز و کاهش pH خاک می‌شود. با کاربرد ورمی‌کمپوست خواص فیزیکی خاک مانند وزن مخصوص ظاهری و تخلخل بهبود می‌یابد.

ورمی‌کمپوست دارای EC بسیار اندک است، بطوریکه هیچ گونه محدودیتی برای گیاهان ایجاد نمی‌کند. یکی از دلایل دیگری که برای افزایش قابلیت جذب عناصر در ورمی‌کمپوست می‌توان اشاره کرد این است، که ورمی‌کمپوست pH خاک را تعدیل می‌کند و با خاصیت تامپونی از تغییرات بیش از

[1] ضریب هدایت الکتریکی

حد pH و در نتیجه نوسانات شدید در مقدار جذب عناصر غذایی جلوگیری می‌کند. یکی دیگر از مزایای ورمی‌کمپوست کند رها بودن این کود است. زیرا در هنگام عبور مواد آلی از دستگاه گوارش کرم، لایه نازکی از چربی این مواد را احاطه می‌کند که این لایه طی دو ماه تجزیه می‌شود. در نتیجه عناصر غذایی به کندی رها می‌شوند و در اختیار گیاه قرار می‌گیرند از سوی دیگر مواد شیمیایی محلول در آب که باعث آلودگی محیط می‌شوند کاهش می‌یابد (میشل و ادوارد، ۱۹۹۷. اتیه و همکاران، ۲۰۰۲). ورمی‌کمپوست باعث افزایش اکسیداسیون و قابلیت احیا و افزایش CEC[1]، می‌شود (علیخانی، ۱۳۸۵). راسل (۱۹۹۰) گزارش داد ورمی‌کمپوست با افزایش نیتریفکاسیون باعث افزایش محصول می‌شود و مقدار نیتروژن نیتراتی در ورمی‌کمپوست بیشتر از خاک زراعی است. ورمی‌کمپوست از ظرفیت تبادلی بالایی برای عناصر بر خوردار است. مسیندرو و همکارن (۱۹۹۷) به این نتیجه رسیدند که استفاده از ورمی‌کمپوست باعث بهبود خصوصیات فیزیکی نظیر نفوذپذیری و ظرفیت نگهداری آب شده، و همچنین میزان عناصر غذایی در آن بیشتر از کود دامی می باشد و در صورت استفاد از کود ورمی‌کمپوست تنها نیاز به چند نوبت کود ازته به صورت سرک بر اساس C/N توده ماده آلی خواهد بود.

[1] ظرفیت تبادل کاتیونی

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱- اثر تنش خشکی بر رشد گیاه

۲-۱-۱- اثر تنش خشکی بر رشد رویشی و زایشی

غالبا شرایط حاکم بر مناطق نیمه خشک، همراه با بارش های غیرقابل پیش بینی، دماهای بالا و تشعشع خورشیدی طولانی موجب تشدید خشکی می شوند (میلر و همکاران، ۲۰۰۲). خشکی خاک ناشی از فقدان آب بوده و موجب تغییراتی در شرایط فیزیکی خاک از قبیل تشکیل و افزایش فضاهای بین ریشه و خاک می شود. این امر مانع توسعه عادی سامانه ریشه و افزایش محدودیت جذب آب و عناصر غذایی می شود (سخون و سینگ، ۲۰۰۷). وقوع تنش خشکی در مرحله رشد رویشی، عملکرد گیاهان علوفه‌ای را در مقایسه با گیاهان دانه‌ای، با شدت بیشتری تحت تاثیر قرار می‌هد (امام، ۱۳۷۴).

امام و رنجبر، (۱۳۷۹) در پژوهشی در زمینهٔ تاثیر تنش خشکی در مرحله رشد رویشی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارآیی استفاده از آب در ذرت دانه‌ای مشاهده کردند که وقوع تنش خشکی، باعث کاهش معنی‌دار عملکرد نهایی دانه ذرت در واحد سطح می‌گردد. خشکی در هر زمان از مرحله زایشی ممکن است به کاهش عملکرد دانه بیانجامد. در جو، گندم و ذرت، کمبود رطوبت در طول پر شدن دانه باعث می‌شود که رسیدگی فیزیولوژیکی زودتر رخ دهد. بنابراین، با کوتاه شدن طول دوره پر شدن دانه، اندازه نهایی دانه کاهش می‌یابد. هرچند کمبود آب در این دوره تاثیر اندکی بر سرعت رشد دانه دارد، لیکن، باعث کاهش میزان کربوهیدرات تولیدی، لازم برای پرشدن دانه می‌شود. و به این ترتیب از شاخص برداشت محصول کاسته می‌گردد. پژوهش انجام شده در مورد تعدادی از لاین‌های گندم در شرایط مدیترانه‌ای نشان داده است، که به ازای هر روز تاخیر در گرده افشانی شاخص برداشت چند درصد افت می‌کند. تاخیر در گلدهی نه تنها میزان آب قابل دسترس در دوره پرشدن دانه را کاهش می‌دهد، بلکه گیاه را با نیاز تبخیری زیادتری مواجه می‌کند که نتیجه آن کاهش کارآیی گیاه زراعی را در تثبیت CO_2 به ازای آب مصرفی است. نخجوانی مقدم و قهرمان

(۱۳۸۳) در بررسی اثر تنش خشکی بر تبخیر و تعرق و شاخص‌های تولید گندم زمستانه اظهار داشتند که تنش خشکی در مراحل پر شدن دانه و گل‌دهی از طریق کاهش وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله بر عملکرد دانه تاثیر منفی می‌گذارد. نتایج مشابهی توسط امام و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه تاثیر تنش خشکی بعد از گلدهی در ارقام گندم زمستانه گزارش گردیده است. در شرایطی که گیاه زراعی پیش از گلدهی با کمبود رطوبت مواجه شود، گسترش برگ‌ها با مشکل مواجه شده و شاخص سطح برگ کم می‌شود (امام و نیک نژاد، ۱۳۸۳).

کاهش سطح برگ‌ها موجب کاهش ماده خشک تولید شده که در نهایت به افت عملکرد منجر خواهد شد (امام و کریمی، ۱۹۹۶). افزون بر این، اگر پوشش زمین مزرعه به دلیل کاهش سطح برگ، کامل نباشد، تبخیر از سطح مزرعه نیز تشدید خواهد شد (امام و زواره،۱۳۸۴). ظرفیت فتوسنتزی گیاهان در درجه اول به وسیله سطح برگ و فعالیت هر واحد از برگ تعیین می‌شود. از آنجا که CO_2 تثبیت شده در فتوسنتر تعیین کننده میزان ماده خشک تجمع یافته توسط گیاه زراعی است، هر عاملی که فعالیت فتوسنتزی برگ را تحت تاثیر قرار دهد، کل ماده خشک گیاهی و در نهایت تولید دانه را تحت تاثیر قرار خواهد داد. در غلات بخش عمده‌ی رشد بعد از گلدهی توسط فعالیت فتوسنتزی برگهای سبز موجود و فتوسنتز سنبله تعیین می‌شود. بنابراین، تغییرات فعالیت فتوسنتزی اندام‌های سبز گیاه تحت تاثیر خشکی، متناسب با تغییرات عملکرد در گیاهان زراعی است (کوچکی و خواجه حسینی، ۱۳۸۷).

نیر و همکار ان (۲۰۰۶) گلدهی و تشکیل غلاف را حساس ترین مراحل نموی نخود نسبت به تنش آب برشمرده اند. به نظر می رسد آبیاری در مراحل بحرانی رشد و نمو جهت دست یابی به پتانسیل تولید ارقام نخود کارساز است (قاسمی گلعذانی و همکاران، ۲۰۰۸). به نظر می رسد کمبود آب در مراحل زایشی نخود با ریزش گل ها و غلاف ها سبب ممانعت از دست یابی به پتانسیل عملکرد می شود (نیر و همکاران، ۲۰۰۶). بسیاری از پژوهشگران تأثیر کمبود آب در طول دوره رشد گیاه به

ویژه در مرحله تشکیل و پر شدن دانه را بر کاهش عملکرد مورد تأیید قرار دادند (ویرا و همکاران، ۱۹۹۱). آزمایشات مختلف نشان داده است که اواخر مرحله گلدهی نخود و اوایل غلاف بندی، حساس ترین مرحله به خشکی است (جانسن وهمکاران، ۱۹۸۹). در بررسی انجام شده توسط فربودنیا، (به نقل از راعی و همکاران، ۱۳۸۶) اعمال تنش خشکی در دو مرحله رشد رویشی و زایشی موجب کاهش ارتفاع بوته، عملکرد زیست توده، سطح برگ و سرعت رشد نسبی در دو مرحله اعمال تنش گردید و فقط طول ریشه تحت تاثیر تنش خشکی قرار نگرفت.

چائی‌چی و همکاران (۱۳۸۲) اظهار داشتند واکنش مراحل مختلف رویشی و زایشی گیاه نخود نسبت به تنش خشکی متفاوت است و در بررسی‌های خود نشان دادن تعداد دانه در نیام علی‌رغم روند نزولی سایر اجزای عملکرد به تنش کمبود آب، تحت تنش آبی قرار نمی‌گیرد. تنش خشکی، رشد رویشی و عملکرد را از طریق افت سطح برگ و فتوسنتز کاهش می دهد و این امر منجر به کاهش فتوسنتز جامعه گیاهی می‌گردد. میزان این کاهش به شدت تنش و مرحله ای از نمو که تنش رخ می‌دهد بستگی دارد. وقتی که هدف از تولید نخود عملکرد دانه باشد، زمان بروز تنش با شدت تنش از اهمیت یکسانی برخوردار می باشد. تنش کمبود رطوبت در نخود موجب افت درصد پوشش سبز و دوام آن در کلیه مراحل رشدی گیاه می‌گردد که در نهایت منجر به کاهش عملکرد دانه در واحد سطح می‌شود (راعی و همکاران،۱۳۸۶).

۲-۱-۲- روابط اجزاء عملکرد با عملکرد

محققان اجزای اصلی عملکرد در نخود را متفاوت بیان کرده‌اند. به عنوان نمونه، گلدانی و رضوانی مقدم (۱۳۸۴) و چائی‌چی و همکاران (۱۳۸۲) تعداد غلاف، تعداد دانه در گیاه و وزن صد دانه را اجزای اصلی عملکرد می دانند. این در حالی است که رنج و همکاران(۱۹۸۰) تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه، تعداد غلاف‌های پر و تعداد بذر در غلاف را دراین گروه قرار داده‌اند. همچنین محققان با بررسی ارقام

مختلف نخود همبستگی و ارتباط بین اجزاء عملکرد با عملکرد را متفاوت بیان کردند. ایسلام و همکاران (۱۹۸۲)، یودین و همکاران (۱۹۹۰)، جاهینا و همکاران (۱۹۹۱)، جانسون وهمکاران (۱۹۹۴) و بیکر (۱۹۹۴) اظهار داشتند که عملکرد بذر دارای یک ارتباط مثبت معنی‌داری با تعداد غلاف در بوته، وزن صددانه، شاخص برداشت و تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه می‌باشد. با افزایش تعداد شاخه‌ها، تعداد غلاف‌ها در شاخه و درصد غلاف‌های که دارای دو بذر نیز افزایش می‌یابد که خود سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود (بنجامین، ۱۹۸۱).

مدت هر یک از مراحل فنولوژی نخود بسته به رقم، فتوپریود، درجه حرارت و آب قابل دسترس متفاوت است. کاشت نخود در مناطق مرتفع به صورت بهاره انجام می شود. در این شرایط، طول دوره رشد رویشی و بویژه طول دوره زایشی گیاه با درجه حرارت های بالا و بالطبع تبخیر و تعرق بیشتر همراه است و با توجه به اینکه گیاه نخود از نظر واکنش به فتوپریود روز بلند است، الزاما دوره رشد رویشی کوتاهی داشته و از مواد فتوسنتزی مناسب در زمان گلدهی برخوردار نمی‌شود و در نتیجه عملکرد آن کاهش می یابد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که گیاه نخود، ۵۰ تا ۶۰ درصد از کل آب مورد نیاز خود را در دوره ۲۰ روز قبل از گرده افشانی تا ۱۰ روز بعد از آن مصرف می کند. هوای خشک سبب کاهش دوره گرده افشانی شده و در نتیجه تعداد غلاف کاهش خواهد یافت (گلدانی و رضوانی مقدم ۱۳۸۴).

صباغ پور و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی مقایسه اثرات دو غلاف و یک غلاف در ساقه گل بر روی عملکرد و اجزای عملکرد نشان دادند که به طور کلی اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و عملکرد دانه در بوته در بین ژنوتیپ‌های یک غلاف و دو غلاف در ساقه گل وجود ندارد. فیاض و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی‌های خود به این نتیجه رسیدند که رابطه مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف، عملکرد بیولوژیک، و شاخص برداشت وجود دارد. همچنین همبستگی منفی و غیر معنی‌داری بین عملکرد دانه

با صفات وزن صددانه، تعداد شاخه‌های اولیه، تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا ظهور اولین غلاف و روز تا رسیدگی مشاهده شد. ارتفاع بوته، تعداد غلاف در گیاه تعداد دانه در گیاه و وزن صددانه بیشترین اثر مستقیم را برروی عملکرد گیاه نخود دارد (گولر و همکارن، ۲۰۰۱).

۲-۱-۳- تاثیر خشکی بر عملکرد و اجزای آن

صباغ پور (۲۰۰۳) کاهش عملکرد ناشی از تنش خشکی را بسته به منطقه جغرافیایی و طول دوره رشد، بین ۳۰ تا ۶۰ درصد گزارش داده است. مرحله تشکیل دانه و پرشدن غلاف در نخود حساسترین مرحله به کمبود آب است با انجام آبیاری در این مراحل می‌توان عملکرد دانه گیاه تحت تنش را به طور قابل توجهی افزایش داد. محمدی و همکاران (۲۰۰۶) بالا بودن عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل نسبت به شرایط دیم را به برتری از نظر درصد پوشش سبز، سرعت و دوره مؤثر پر شدن دانه و اجزای عملکرد، یعنی تعداد نیام در بوته و وزن دانه ارتباط دادند . این پژوهشگران اظهار داشته‌اند که دوام بیشتر پوشش سبز در شرایط آبیاری کامل نیز می تواند از طریق افزایش طول مدت فتوسنتز، موجب افزایش عملکرد گردد. براساس گزارش سلیم و همکاران (۱۹۹۳) بالا بودن درصد پوشش سبز به ویژه در دوره بحرانی پر شدن دانه، تبخیر آب از سطح خاک را کاهش می‌دهد و منجر به بهبود وضعیت رطوبتی خاک و افزایش میزان آب در دسترس گیاه می‌شود. تعداد غلاف در هر گیاه متغیرترین صفت در بین اجزای عملکرد است و تعداد بذر در هر غلاف به موقعیت غلاف در گیاه بستگی دارد. همچنین محققین گزارش کردند که شرایط محیطی اثر معنی داری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام دارند و اثر متقابل محیط و ژنوتیپ نیز تمام اجزای عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بطوری که تنش خشکی تعداد غلاف پوک را در مقایسه با شرایط بدون تنش افزایش می دهد (گلدانی و رضوانی مقدم، ۱۳۸۴). گیاه نخود درمرحله گلدهی و تشکیل غلاف، نسبت به تنش رطوبت بسیارحساس بوده و هر گونه تنش رطوبت در این مرحله باعث عقیم شدن گلها و عدم تکامل بذرها شده و نهایتاً وزن صد دانه را تحت تاثیر قرار داده و تعداد غلاف، تعداد دانه، شاخص برداشت و

در نتیجه عملکرد دانه کاهش می‌یابد (آلد و همکاران، ۱۹۸۸). تامار و راگو (۱۹۹۴) در بررسی تعداد دفعات آبیاری بر عملکرد و راندمان آب آبیاری نخود اظهار داشتند که با ۳ بار آبیاری، دو بار آبیاری (مراحل انشعاب‌دهی و پرشدن دانه) و یک بار قبل از گلدهی، عملکردها به ترتیب، ۱۱۹٪، ۱۰۵٪ و ۸۵٪ نسبت به شرایط دیم بیشتر می‌شود. ثبات عملکرد بقولات وابستگی شدیدی به شرایط آب و هوا در دوره های بحرانی دارد. بدین صورت که هوای گرم و خشک سبب کاهش رشد گیاه شده و نمو غلاف و تعداد دانه در غلاف را کاهش می دهد. به نظر می رسد فراهمی رطوبت سبب ماندگاری بیشتر گیاه و ثبات عملکرد می شود، در حالی که در شرایط تنش رطوبتی تلفات گیاهی افزایش یافته و منجر به کاهش شاخه های غلافدارمی‌شود (گلدانی و رضوانی مقدم ۱۳۸۴). راعی و همکاران، (۱۳۸۶) دربررسی اثر سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته بر عملکرد دانه و اجزای آن در نخود اذعان داشتند که اثر سطوح آبیاری و تراکم، روی تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه در واحد سطح و شاخص برداشت معنی‌دار بود. تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه در واحد سطح و شاخص برداشت در آبیاری کامل و آبیاری تا گلدهی بیشتر از سایر سطوح آبیاری بود. طلیعی و صیادیان (۱۳۷۹) اظهار داشتند که آبیاری تکمیلی عملکرد دانه نخود را افزایش می‌دهد. این افزایش از طریق بیشتر کردن رشد رویشی (افزایش عملکرد کاه) و وزن هزاردانه حاصل شد. افزایش عملکرد ناشی از اثر آبیاری تکمیلی در مراحل غنچه کردن، غلاف بندی و پرکردن دانه نسبت به شاهد به ترتیب۴۰ / ۲۸ و۵۶ درصد بود. آبیاری در این مراحل رشد موجب افزایش وزن هزاردانه و عملکرد دانه گردید و به ازاء هر میلیمتر آبیاری در مرحله پرشدن دانه حدود ۵/۹ کیلوگرم در هکتار به عملکرد دانه اضافه شد.

۲-۲- تأثیر ورمی‌کمپوست بر عملکردهای رشدی گیاه

۲-۲-۱- افزایش فعالیت‌های رشد در گیاه

ورمی کمپوست دارای تنظیم کننده‌های رشد مانند اسید هیومیک (اتیه و همکاران، ۲۰۰۲) و هورمون‌های رشد مثل اکسین، جیبرلین، و سیتوکنین (کریشنا مورتی و ریجارب، ۱۹۸۶) می‌باشند. این تنظیم کننده‌های رشد بر اثر فعالیت میکروارگانیسم‌هایی مانند قارچ‌ها، باکتری‌ها، اکتینومایست‌ها و کرم های خاکی (ادوارد و همکاران ۱۹۹۸) تولید می‌شوند. ورمی‌کمپوست یک سطح بسیار ریز را برای فعالیت های میکروبی و نگهداری مواد غذایی ایجاد می‌کند (شی وی و فیو زن، ۱۹۹۱). در نتیجه بسیاری از مواد غذایی مانند نیترات، فسفات، کلسیم و پتاسیم می‌توانند بیشتر در دسترس گیاه قرار گیرند (اروزکو و همکاران، ۱۹۹۶؛ ادوارد، ۱۹۹۸). همچنین ورمی‌کمپوست‌ها باعث جلوگیری از رشد قارچ‌های بیماری‌زا مانند پیتیوم، رایزوکتونیا و ورتی سیلیوم می‌شوند. نتایج نشان می‌دهند که استفاده از ورمی‌کمپوست در مزرعه می‌تواند بیماری را در برخی از گیاهان کنترل کند و زمینه بهبودی آنها را فراهم نماید (هوتینک و فینی، ۱۹۸۶). بعضی از ورمی‌کمپوست‌ها می‌توانند جمعیت گیاهان انگی را کنترل کنند (جانستن و همکاران، ۱۹۹۵).

۲-۲-۲- بهبود رشد و عملکرد محصول

ورمی‌کمپوست اثرات زیادی را در رشد و عملکرد محصولاتی مانند سبزی، گل و میوه ها دارد. ردی(۱۹۹۸) اظهار داشت عملکرد نخود با کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کپوست همراه با مقادیر توصیه شده کود های NPK بهبود می‌یابد. پوسیدگی طوقه از بیماری‌های شایع نخود است. ساهنی و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که استفاده از ترکیب مناسب ورمی‌کمپوست و باکتری پسودوموناس علاوه بر کنترل بیماری، قابلیت دسترسی و جذب عناصر فسفر، آهن، منیزیم و عملکرد را در نخود افزایش می‌دهد. دلیل این افزایش مربوط به بهبود خواص فیزیکی و تغذیه‌ای خاک در اثر کاربرد

ورمی‌کمپوست و تاثیر محدود کننده پسودوموناس بر پاتوژن است. سانی و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی خود به این نتیجه رسیدند که استفاده از ترکیب ZnSO4 و ۲۵٪ ورمی‌کمپوست به صورت معنی داری بیماری پوسیدگی طوقه را در نخود کاهش می‌دهد.

آستارائی (۱۳۸۵) در بررسی تاثیر کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست بر اجزای عملکرد و عملکرد اسفرزه به این نتیجه رسید که کاربرد ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست و ۸۰ درصد خاک در مقایسه با شاهد(خاک) باعث افزایش معنی‌دار طول، تعداد ، وزن دانه و وزن هزار دانه در سنبله، می‌شود. اما در شرایط استفاده از ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست و۵۰ درصد خاک ارتفاع و طول سنبله کاهش می‌یابد. این به دلیل درصد بالای ورمی‌کمپوست نسبت به خاک و اثرات تثبیت و غیر فراهمی عناصر در نتیجه فعالیت میکروبی زیاد به ویژه قارچها می‌باشد. استفاده از ورمی‌کمپوست جوانه‌زنی باقلا را در مقایسه با شاهد ۱۳٪ افزایش داد. (کارمیگام و دانیال، ۲۰۰۰). علاوه بر جوانه‌زنی رشد و عملکرد باقلا نیز به صورت معنی‌داری افزایش یافت. دسی و همکاران (۱۹۹۹) اظهار داشتند که استفاده ار ورمی‌کمپوست همراه با کود نیتروژن در گندم ماده خشک بوته را ۱۶/۲ گرم و عملکرد دانه را ۳/۶ تن در هکتار افزایش می‌دهد. همچنین محصولاتی مانند سورگوم(پیتل و شیلوانتر، ۲۰۰۰) و آفتابگردان (دیوی و اگرول، ۱۹۹۸) نسبت به کاربرد ورمی‌کمپوست پاسخ مثبتی را نشان داده‌اند. مطالعات انجام شده در زمین های زراعی هندوستان نشان داد کاربرد ورمی‌کمپوست به میزان ۵ تن در هکتار به طور معناداری عملکرد گوجه‌فرنگی را افزایش می‌دهد. به طوریکه عملکرد از ۳/۵ به ۵/۸ تن در هکتار افزایش یافت (سینگ و همکاران، ۲۰۱۰). استفاده از ورمی‌کمپوست همراه با ۵۰٪ از کود های توصیه شده در گل‌هایی مانند گل داودی باعث شد که وزن تر، تعداد گل در بوته بیشتر شده و قطر هر گل به ۶ سانتی متر، طول عمر گل به ۱۱ روز، عملکرد به ۵ تن در هکتار افزایش یابد (نتهارا و همکاران، ۱۹۹۹).

مطالعه انجام شده بر روی توت فرنگی نشان داد که کاربرد ۷/۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد، بازار پسندی و کیفیت میوه و کاهش ناهنجاری‌های فیزیکی (زالی و تغییر شکل) و بیماری کپک خاکستری می‌شود (سینگ و همکاران، ۲۰۱۰). آلم و همکاران (۲۰۰۷) اظهار داشتند استفاده از ترکیب مطلوب کودهای شیمیای و ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار بر عملکرد سیب زمینی می‌شود. وارمن و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی منابع مختلف در تولید ورمی‌کمپوست و اثر کاربرد آن بر رشد، تربچه، جعفری و شاهی در شرایط گلخانه اظهار داشتند، کاربرد ورمی‌کمپوست به عنوان بستر کشت باعث کاهش جوانه‌زنی این محصولات می‌شود. اما مخلوطی از ۱۰٪ ورمی‌کمپوست و خاک باعث افزایش جوانه‌زنی، سطح برگ، بیوماس گیاهی در مقایسه با شاهد می‌شود. اوزریز و همکارن (۱۹۹۸) گزارش نمودند با مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست، عملکرد محصول پیاز در فلوریدا ۲۵ درصد افزایش یافت. علاوه برآن خاصیت انبار داری پیاز نیز بیشتر شد. اتیه و همکاران (۱۹۹۹) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که با مصرف ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست یک ماه قبل از کشت، عملکرد گوجه فرنگی ۲۵ درصد افزایش می‌یابد. کاربرد ورمی‌کمپوست در مقایسه با کمپوست باعث افزایش معنی‌دار در ماده خشک، درصد مواد جامد و ویتامین C در گوجه‌فرنگی گردید. نارییندر و همکارن (۲۰۰۱) در مطالعه‌ای کاربرد سطوح مختلف ورمی‌کمپوست (صفر، ۴، ۸ و ۱۲ تن در هکتار) را در گیاه سیب زمینی مورد بررسی قرار دادند. بین سطوح کودی ۴ و ۸ تن در هکتار اختلاف معنی‌داری از نظر تاثیر بر عملکرد مشاهده نشد. این محققان بهترین سطوح کودی ورمی‌کمپوست را برای سیب‌زمینی ۴ تن در هکتار توصیه نمودند.

هریس و همکارن (۱۹۹۰) گزارش نمودند که مصرف ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست عملکرد سبزیجات را به طور معنی‌داری افزایش داده است. بوردی و ملکوتی (۱۳۸۶)در بررسی تاثیر منابع مختلف کود آلی (کود دامی کمپوست و ورمی‌کمپوست) بر کمیت و کیفیت پیاز قرمز آذرشهر در دو

منطقه بناب و خسروشهر بیان کردند بیشترین عملکرد (۷۱/۱ تن در هکتار) و بیشترین درصد پروتئین (۱/۴۹درصد) در اثر مصرف ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به دست آمد.

عزیزی و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست و آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان اسانس بابونه آلمانی اظهار داشتند که افزایش سطوح ورمی کمپوست باعث بهبود معنی‌دار صفات ارتفاع بوته، زود گلدهی، عملکرد گل، طول نهنج و قطر نهنج می گردد. مطابق نتایج بدست آمده به نظر می رسد کاربرد تیمار ۱۵ درصد ورمی کمپوست و آبیاری کافی بهترین تیمار در تولید گل خشک رقم Goral بابونه آلمانی می‌شود. محبوب خمامی (۱۳۸۷) اظهار داشت که استفاده از ترکیب ورمی‌کمپوست، کود گاوی و خاک اره به مقدار ۲۰ درصد حجمی به طور معنی داری وزن تر و وزن خشک ساقه و برگ، فیکوس بنجامین ابلق را در مقایسه با شاهد افزایش داد. درزی و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی تاثیر مصرف کودهای بیولوژیک بر روی جذب عناصر K,P,N در گیاه دارویی رازیانه به این نتیجه رسیدند که مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به طور معنی‌داری میزان غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عملکرد دانه را در مقایسه با شاهد افزایش می‌دهد. مطالعات نشان داده که کاربرد ورمی‌کمپوست در شالیکاری به هنگام پنجه زنی، آغاز تشکیل گل‌آذین، گل دادن برای پر شدن دانه ضروری است زیرا هدر روی عناصر غذایی از طریق آبشویی در ورمی‌کمپوست بر خلاف کودهای شیمیایی درکمترین میزان است. از ورمی‌کمپوست می‌توان به عنوان یک محیط کشت حامل برای آزوسپیریلوم، رایزوبیوم و باکتریهای حل کننده فسفات در زراعت نیشکر، برنج و محصولات دیگر استفاده نمود (علیخانی، ۱۳۸۵). جم هکار (۱۹۹۰) گزارش کرد که استفاده از ورمی‌کمپوست در انگور جذب N، P و K را افزایش می‌دهد. توماتی و همکاران (۱۹۹۰) اظهار داشتند که کاربرد ورمی‌کمپوست سنتز پروتئین در ترب را افزایش می‌دهد. راو و همکاران (۱۹۹۴) با بررسی تاثیر ورمی‌کمپوست بر خصوصیات تولید بیوماس ذرت بیان کردند که نسبت C/N

در ورمی‌کمپوست در مقایسه با کمپوست کمتر است. برتری ورمی‌کمپوست نسبت به کمپوست در آزادسازی بیشتر عناصر قابل دسترس شامل N، P، K، Ca، Mg، S و عناصر کم مصرف می‌باشد.

۲-۳- تنوع زیستی در ورمی‌کمپوست

پارمیلی (۱۹۸۹) اظهار داشت کرم‌ها نقش اصلی را درجمعیت ارگانیسم‌های خاک خصوصاً تغییر جمعیت میکروبی خاک ایفا می‌کنند. آزمایش انجام شده بر روی مواد زائد مورد استفاده در تهیه ورمی‌کمپوست و ورمی‌کمپوست حاصل از این مواد نشان دهنده کاهش جمعیت باکتری، قارچ، اکتینومیست‌ها است. این ممکن است به دلیل pH و دمای ورمی‌کمپوست نسبت به مواد زائد باشد. با این وجود ورمی‌کمپوست از لحاظ تنوع میکروبی و فعالیت میکروبی بسیار غنی است (سوبیلر و همکاران۱۹۹۸). نتایج این پژوهشگران نشان داده است که کرم‌ها برای تامین پروتئین مورد نیاز خود میکروب‌ها و قارچ‌های موجود در خاک را می‌بلعند. دستگاه گوارش کرم‌ها آنزیم‌هایی مانند آمیلاز، پروتاز و فسفاتاز را ترشح می‌کند که باعث از بین رفتن قارچ‌ها و میکروب‌ها می‌شود. این امر ممکن است دلیل کمتر بودن جمعیت قارچی و میکروبی در ورمی‌کمپوست باشد (رانگناتنا و پارتساراتی، ۲۰۰۰).

مطالعات انجام شده روی مواد زاید مورد استفاده در تهیه ورمی‌کمپوست و ورمی‌کمپوست حاصل از آن نشان داده است که در هر دو نمونه قارچ‌های آسپیرژیلوس، فوزاریوم، موکر،کلادسپریوم وتریکودرما وجود دارد این در حالی است که جنس‌های آبسدیا و گونه‌های مانند آلترناریا، پنی‌سیلیوم و ترومایسز در ورمی‌کمپوست یافت نشد. این آزمایش نشان داد که تنوع قارچی در مواد فرآوری نشده بیشتر از ورمی‌کمپوست است (رانگاناتین و پرتاساراتی، ۲۰۰۰). تریکودرما و آسپیرژیلوس دارای فعالیت‌های آنتی‌بیوتیک هستند و می‌توان از آنها در کنترل بیولوژیکی پاتوژن های خاک استفاده کرد (سازکزیج، ۱۹۹۳). کیل (۱۹۹۲) بامطالعات خود در استفاده از ورمی‌کمپوست درمزرعه برنج بیان کرد

که کلونی تثبیت کننده‌های نیتروژن، اکتینومیست‌ها و قارچ‌ها افزایش می‌یابد. وی همچنین دریافت که درصد کلونیزاسیون میکوریزی درریشه‌ها ۱۰ درصد بود.

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱- مشخصات محل آزمایش

این آزمایش در سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود با عرض جغرافیای ۳۶/۲۵ و طول جغرافیایی۵۴/۵۷ و ارتفاع ۱۳۴۵ متر از سطح دریا انجام گردید (جدول ۳-۱).

جدول ۳-۱مشخصات اقلیمی و جغرافیایی شاهرود

مشخصات جغرافیایی		مشخصات اقلیمی	سال زراعی ۸۸-۸۷
نوع اقلیم	گرم خشک	میانگین بارندگیmm	۱۵۶/۵
ارتفاع از سطح دریا	۱۳۴۵	تبخیرmm	۲۰۶۸/۱
طول جغرافیایی	۵۴/۵۷	میانگین درجه حرارت	۱۶/۰۶
عرض جغرافیایی	۳۶/۲۵	حداکثر مطلق	۳۹
نوع خاک	سندی لوم	حداقل مطلق	-۷/۶
pH	۷/۹۷	تعداد ساعات آفتابی	۲۹۴۷/ ۵

۳-۲- شرایط آب و هوایی محل اجرای آزمایش

مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود در ۵ کیلومتری شاهرود در منطقه بسطام واقع است. از نظر اقلیمی جزء مناطق گرم خشک و دارای زمستانی سرد می‌باشد. در سال برودت هوا به ۱۴ درجه سانتیگراد زیر صفر و گرمای هوا نیز در تابستان تا ۴۲ درجه بالای صفر می‌رسد.

نزولات جوی در فصل پاییز، زمستان و بهار بیشتر بصورت باران می‌باشد. بارندگی از فصل پاییز شروع شده و در فصل زمستان به حداکثر خود می‌رسد و غالبا تا اواسط فصل بهار از نزولات جوی برخوردار است. در سال زراعی ۸۸-۸۷ بارندگی در طی ماه‌های تابستان ناچیز بوده و در فروردین ماه به حداکثر مقدار خود رسید که مقدار آن ۴۰/۶ میلی‌متر بود. متوسط بارندگی دراز مدت ۱۵۷میلی‌متر بوده است (جدول ۳-۲).

جدول ۳-۲ آمار هواشناسی سال ۸۸-۸۷ شاهرود

سال زراعی ۸۸-۸۷	درجه حرارت (سانتیگراد)			رطوبت نسبی (درصد)			میزان بارندگی (میلیمتر)	حداکثر بارندگی در یک روز	میزان تبخیر به میلیمتر	ساعات آفتابی
ماه	حداکثر مطلق	حداقل مطلق	متوسط	حداکثر مطلق	حداقل مطلق	متوسط				
مهر	۳۲/۶	۹/۴	۲۰/۲	۹۰	۱۵	۴۳	۲/۳	۱/۲	۱۸۰/۲	۲۵۴
آبان	۲۴/۴	-۱/۶	۱۰/۳۷	۸۶	۸	۵۰	۰/۷	۰/۴	۷۸/۸	۱۹۸/۲
آذر	۱۸/۶	-۷/۶	۵/۷	۹۵	۲۹	۶۵	۲۴/۲	۲۲/۶	۰	۱۸۷/۸
دی	۱۵/۶	-۵/۲	۴/۸	۹۹	۲۱	۶۸	۳۷/۴	۱۶/۸	۰	۱۵۲/۶
بهمن	۱۱/۲	-۶/۸	۲	۹۳	۲۸	۵۸	۰/۵	۰/۳	۰	۲۰۹/۴
اسفند	۲۳/۶	-۲/۶	۹/۴	۹۷	۱۴	۴۹	۲۴/۵	۲۰/۶	۰	۲۳۶/۷
فروردین	۲۲/۴	- ۲	۱۱/۲	۹۷	۱۶	۵۴	۴۰/۶	۲۷/۸	۱۷۰/۴	۲۳۷/۵
اردیبهشت	۲۹/۲	۴/۲	۱۸/۲	۸۱	۹	۴۶	۳/۷	۲/۶	۲۴۳/۶	۲۴۴/۲
خرداد	۳۵/۴	۱۱/۴	۳۲/۲	۸۱	۱۶	۴۰	۱۰/۹	۴/۴	۳۳۳/۳	۲۸۰/۲
تیر	۳۹	۱۶/۶	۲۸/۲	۶۱	۱۲	۳۲	۰	۰	۴۱۳/۴	۳۱۶/۷
مرداد	۳۷/۲	۱۷	۲۷/۶	۸۲	۱۲	۴۵	۲	۱/۲	۳۷۲/۵	۳۳۰/۶
شهریور	۳۵/۴	۱۳	۲۲/۹	۹۴	۱۳	۴۷	۹/۷	۵/۱	۲۷۵/۹	۲۹۹/۶
جمع	-	-	۱۶/۰۶	-	-	۴۶/۵	۱۵۶/۵	-	۲۰۶۸/۱	۲۹۴۷/۵

۳-۳- رطوبت نسبی هوا

نوسانات ماهانه رطوبت بین ۳۲ درصد در تیرماه و ۶۸ درصد در دی‌ماه متغیر است. لذا با در نظر گرفتن تغییرات رطوبت نسبی در این استان خصوصاً در زمان فصل رشد و افزایش تبخیر و تعرق و بالا بودن درجه حرارت در مرحله گلدهی و دانه‌بندی و رسیدن گیاه نخود توجه به نیاز آبی از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد.

۳-۴- مشخصات خاک مزرعه

برای مشخص شدن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بیش از عملیات اجرایی طرح از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه برداری شد و مورد تجزیه قرار گرفت که نتایج حاصله در جدول ۳-۳ نشان داده شده است. بافت خاک سندی لوم بدست آمد.

جدول ۳-۳ خصوصیات خاک

pH	EC dS/m	OC%	N%	P(AV)ppm	k(AV)ppm	Sand%	Silt%	Clay%
۷/۷۹	۷/۵۶	۰/۳۵	۰/۰۲۴	۴/۸۹	۱۷۷	۵۵	۳۴	۱۱

۳-۵- مشخصات طرح آزمایش

آزمایش در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی و به صورت کرت های خرد شده در ۳ تکرار اجرا شد. در این طرح، اثر دو عامل مورد بررسی قرار گرفت. عامل اصلی به سطوح خشکی { شاهد (آبیاری کامل) (A1)، قطع آبیاری در زمان ۱۰ برگی (A2)، قطع آبیاری در R1 گلدهی (A3) ، قطع آبیاری در R3 غلاف دهی (A4) و قطع آبیاری در R5 پر شدن دانه (A5)} و عامل فرعی به استفاده از

ورمی‌کمپوست به مقدار صفر (شاهد؛B1)، ۳ تن در هکتار (B2)، ۶ تن در هکتار (B3) و ۹ تن در هکتار (B4) اختصاص داده شد. نقشه کشت به صورت زیر است:

I	A4				A1				A3				A2				A5			
	B1	B4	B3	B2	B3	B1	B4	B2	B1	B4	B2	B3	B4	B1	B3	B2	B4	B3	B2	B1

II	A5				A2				A4				A1				A3			
	B1	B3	B4	B2	B4	B2	B3	B1	B4	B3	B2	B1	B4	B1	B2	B3	B1	B3	B2	B4

III	A1				A5				A2				A3				A4			
	B4	B3	B1	B2	B2	B1	B4	B3	B3	B4	B1	B2	B1	B2	B3	B4	B3	B4	B1	B2

۳-۶- مشخصات کرت‌ها

طول هر کرت ۵ متر و عرض ۱/۸ متر انتخاب شد که مساحت آن به ۹ متر مربع رسید. در هر پلات ۶ ردیف کشت قرار داشت که فواصل بین ردیف‌های کشت ۳۵سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۵ سانتی متر در نظر گرفته شد. فاصله بین پلات‌ها ۷۰ سانتی‌متر بود.

۳-۷- عملیات آماده سازی زمین، کوددهی و کاشت

زمین مورد آزمایش در سال قبل به صورت آیش بوده و پاییز همان سال شخم زده شد. بنابراین عملیات آماده سازی زمین با مساعد شدن شرایط جوی و گاورو شدن زمین در اوایل اردیبهشت ماه ۱۳۸۸ صورت گرفت. در ابتدا زمین شخم زده شد و سپس اقدام به عمل تسطیح زمین گردید و در پایان به وسیله شیارکن جوی و پشته‌هایی به فاصله ۷۰ سانتی متر در جهت شمال– جنوب ایجاد گردید. ابتدا ابعاد کرت‌های اصلی و سپس در داخل کرت اصلی، کرت‌های فرعی در زمین مورد آزمایش مشخص شد و پس از تعیین کرت‌ها، جوی‌های آبیاری تعبیه گردید. با ایجاد شکاف در وسط پشته‌ها ورمی‌کمپوست در داخل شکاف‌ها پاشیده شد.

قبل از شروع کاشت، آزمایش جوانه زنی بذور نخود در آزمایشگاه انجام شد. سپس در تاریخ ۱۳۸۸/۲/۲۰ کاشت بذر نخود با دست صورت گرفت. کاشت بذور در عمق ۵-۳ سانتی‌متری و با فاصله روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر و بین ردیف ۳۰ انجام گرفت.

۳-۸- عملیات داشت

بلافاصله بعد ازکاشت آبیاری سنگینی به صورت نشتی انجام شد تا ردیف ها کاملاً نم کشیده و تیره شدند. آبیاری های بعدی در طول فصل رشد هر ۱۰ روز یکبار انجام گرفت.

وجین علف‌های هرز در کل فصل رشد به صورت دستی انجام شد. مهمترین گونه های علف های هرز به ترتیب فراوانی آنها در سطح مزرعه شامل، پیچک صحرایی، خرفه و خارشتر بودند. به منظور جلوگیری از حمله آفات غلاف خوار نخود سم پاشی با سم سوین ۳ کیلوگرم در هکتار انجام گرفت.

۳-۸-۱- نمونه برداری

به منظور اندازه‌گیری وزن خشک ساقه و برگ ۹ نوبت نمونه برداری صورت گرفت. در ابتدای رشد رویشی هر ۳ روز یکبار و در مراحل زایشی هر۱۰ روز یکبار اقدام به نمونه گیری شد. برای نمونه برداری دو ردیف کناری و ۰/۵ متر ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه حذف شدند. در هر نمونه برداری قطع بوته ها از سطح خاک و از ناحیه طوقه انجام گرفت. به منظور اندازه‌گیری اجزای عملکرد زمانی که گیاه کاملاً خشک شده بود بوته‌ها از ناحیه طوقه بریده شد و قسمت‌های برگ، ساقه، دانه، غلاف جدا گردید، نمونه‌ها در داخل پاکت شماره دار گذاشته شدند و سپس به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند. پس از خشک شدن پاکت ها به مدت ۲۰ تا ۲۵ دقیقه در هوای آزمایشگاه نگهداری شدند تا بامحیط به تعادل دمایی برسند و در نهایت با ترازوی حساس به دقت ۰/۰۱+ وزن شدند. از ضرایب معادله رابطه بین برگ و بیوماس کل و همچنین ساقه و بیوماس کل برای نشان دادن تسهیم ماده خشک به برگ و ساقه استفاده گردید. درپایان برای تجزیه وتحلیل داده‌ها از دو نرم افزار SAS و MSTATC استفاده شد.

فصل چهارم

نتایج بحث

۴-۱- ارتفاع

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر ارتفاع بوته در سطح $P<0.01$ معنی‌دار است (جدول ۴-۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته مربوطه به تیمار بدون تنش و کمترین ارتفاع مربوطه به تیمار قطع آبیاری در مرحله ۱۰ برگی است. حداکثر و حداقل ارتفاع به ترتیب ۳۹/۳۸ و ۲۷/۷۸ سانتی‌متر بود (جدول ۴-۲). افزایش درجه حرارت همراه با تنش خشکی عامل موٴثر بر تسریع نمو و کاهش دوره رشد گیاه است. به نظر می‌رسد افزایش سرعت نمو و کاهش دوره رشد سبب کاهش ارتفاع گیاه می‌شود (گلدانی و همکاران ۱۳۸۶). اعمال تنش خشکی در دو مرحله رشد رویشی و زایشی موجب کاهش ارتفاع بوته می‌شود. کاهش میزان آب قابل دسترس در ابتدای دوران گلدهی ضمن کاهش سرعت رشد رویشی و کوتاه کردن دوره رشد زایشی به طور غیر مستقیم روی ارتفاع بوته نیز اثر منفی می‌گذارد (چائی چی و همکاران ۱۳۸۲). رضائیان زاده (۱۳۸۷) گزارش کرد که انجام آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی موجب تداوم رشد رویشی و در نتیجه افزایش ارتفاع گیاه نخود می شود. با اینکه انتظار می‌رود بوته‌های با ارتفاع بیشتر اغلب دیررس تر بوده و عملکرد بیولوژیک بیشتری تولید کنند ولی در مورد ارتباط پتانسیل عملکرد و ارتفاع بوته نخود نتایج واضحی گزارش نشده است. کاهش ارتفاع بوته در اثر تنش رطوبت به مرحله رشدی گیاه بستگی دارد. تنش آب در مراحل اولیه نمو می‌تواند اثر بیشتری در کاهش ارتفاع بوته داشته باشد (داس و همکاران، ۱۹۹۴).

نتایج این تحقیق نشان داد که اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر ارتفاع بوته در سطح $P<0.01$ معنی‌دار شد (جدول ۴-۱). به نحوی که بیشترین ارتفاع بوته (۳۷/۴۵ سانتی‌متر) با کاربرد ۹ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین ارتفاع (۳۲/۲۹ سانتی‌متر) در عدم کاربرد ورمی‌کمپوست حاصل گردید (جدول ۴-۳). ورمی‌کمپوست از طریق قدرت زیاد جذب آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی

پرمصرف و کم مصرف بر روی میزان فتوسنتز و تولید بیوماس تاثیر مثبت گذاشته و موجب بهبود ارتفاع بوته می‌گردد. این موضوع در نتایج تحقیقات درزی (۱۳۸۶) بر روی رازیانه نیز تأیید شده است. در بررسی‌های ارکلو و همکاران (۲۰۰۶) بر روی گیاه دارویی سیر مشخص گردید استفاده از ورمی‌کمپوست موجب افزایش چشمگیر در ارتفاع بوته می‌شود. این تاثیر مثبت نیز به تحریک فعالیت‌های میکروبی توسط ورمی‌کمپوست و توانایی آن در افزایش جذب عناصر معدنی پر مصرف و کم مصرف توسط گیاه و نهایتا تسریع فرآیند فتوسنتز نسبت داده شد.

جدول ۴-۱نتایج تجزیه واریانس ارتفاع بوته برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۲۴/۲۱**
سطوح خشکی	۴	۱۹/۱۸**
خطا	۸	۴/۴۹
ورمی‌کمپوست	۳	۷۲/۷۵**
سطوح خشکی × ورمی‌کمپوست	۱۲	۲/۰۹ ns
خطا	۳۰	۱/۱۵

cv=۱۳/۰۹

جدول ۴-۲ مقایسه میانگین ارتفاع برای سطوح خشکی مورد آزمایش

قطع آبیاری	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)
شاهد(آبیاری کامل)	۳۹/۳۸a
از پرشدن دانه به بعد	۳۶/۷۶b
از غلاف دهی به بعد	۳۵/۴۸b
از گلدهی به بعد	۳۳/۳۱c
از ۱۰ برگی به بعد	۲۸/۷۸d

جدول ۴-۳ مقایسه میانگین ارتفاع برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش

ورمی‌کمپوست	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)
۹تن	۳۷/۴۵a
۶تن	۳۵/۵۶b
۳تن	۳۳/۶۸c
شاهد	۳۲/۲۹d

۴-۲- تعداد شاخه در بوته

به طوریکه در جدول ۴-۴ دیده می‌شود تعداد شاخه در بوته به طور معنی‌داری تحت تاثیر سطوح خشکی قرار گرفت.تاثیر پذیری این جزء عملکرد از ورمی‌کمپوست نیز از لحاظ آماری قابل توجه بود. معنی‌دار شدن تاثیر متقابل فاکتورها بر تعداد شاخه در بوته حاکی از آن است که با تغییر سطوح خشکی اثر ورمی‌کمپوست نیز تغییر می‌کند، بر همین اساس مقایسه میانگین اثرات ساده قابل اتکا نیست با این حال جداول مقایسه میانگین ارائه گردیده است (جدول‌های ۴-۵ و ۴-۶).

همانطور که انتظار می‌رود، تاثیر منفی خشکی بر تعداد شاخه در بوته به مراتب بیشتر از تاثیر مثبت ورمی‌کمپوست بر آن است (شکل۴-۱). بنابر گزارش فربودنیا (۱۳۷۴) گیاه نخود در شرایط تنش خشکی برای کاهش سطح فتوسنتزی خود از گسترش اندام‌های رویشی کاسته و انرژی و مواد فتوسنتزی خود را جهت حفظ بقا متوجه رشد زایشی می‌نماید. نتایج نشان داد که در کلیه سطوح تنش خشکی، بیشترین تعداد شاخه در بوته مربوط به مصرف ۹تن ورمی‌کمپوست در هکتار است. این افزایش نسبت به شرایط عدم استفاده از ورمی‌کمپوست برابر با ۵۰٪ در تنش قطع آبیاری از ۱۰ برگی به بعد، ۴۱٪ در تنش قطع آبیاری از گلدهی به بعد، ۲۳٪ در تنش قطع آبیاری از غلاف‌دهی به بعد و ۲۰٪ در تنش قطع آبیاری از پرشدن دانه به بعد می‌باشد.

جدول ۴-۴ نتایج تجزیه واریانس تعداد شاخه در بوته برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۶/۳۴**
سطوح خشکی	۴	۴۱۲/۰۱**
خطا	۸	۸/۳۴۱
ورمی‌کمپوست	۳	۲۴/۸۱**
سطوح خشکی × ورمی‌کمپوست	۱۲	۲/۱۲**
خطا	۳۰	۰/۷۰۱

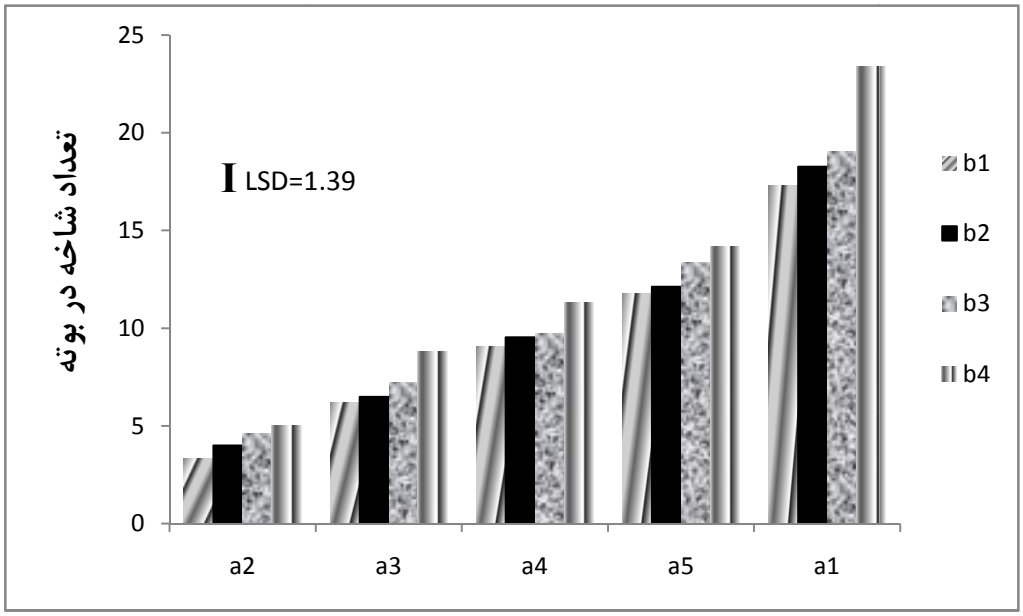
cv=۱۷/۸

جدول ۴-۵ مقایسه میانگین تعداد شاخه در بوته برای سطوح خشکی مورد آزمایش

قطع آبیاری	تعداد شاخه در بوته
شاهد(آبیاری کامل)	۱۹/۵۱۷a
از پرشدن دانه به بعد	۱۲/۸۷۵b
از غلاف دهی به بعد	۹/۸۶۷c
از گلدهی به بعد	۷/۱۸۳c
از ۱۰ برگی به بعد	۴/۲۳۳d

جدول ۴-۶ مقایسه میانگین تعداد شاخه در بوته برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش

ورمی‌کمپوست	تعداد شاخه در بوته
۹تن	۱۲/۵a
۶تن	۱۰/۸۱b
۳تن	۱۰/۰۸c
شاهد	۹/۵۴c



شکل ۴-۱ اثرات متقابل تنش و ورمی‌کمپوست بر تعداد شاخه در بوته، a5, a4, a3, a2, a1 به ترتیب معادل شاهد و تنش در مراحل، ۱۰برگی، گلدهی، غلاف‌بندی و پرشدن دانه است و b4, b3, b2, b1 به ترتیب معادل مقادیر ۰، ۳، ۶ و ۹ تن درهکتار ورمی‌کمپوست است.

۴-۳- تعداد غلاف در بوته:

اثر تنش خشکی بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بدست آمد (جدول ۴-۷). بیشترین تعداد غلاف در بوته به تیمار شاهد، و کمترین تعداد غلاف در بوته مربوط به تیمارهای قطع آبیاری از مراحل ۱۰برگی و گلدهی به بعد است (جدول ۴-۸). به نظر می رسد فراهمی رطوبت قابل دسترس، سبب افزایش توسعه کانوپی گیاه شده، در نتیجه انرژی تشعشعی بیشتری جذب گیاه می شود که منجر به افزایش اجزاء عملکرد از جمله تعداد غلاف در گیاه می گردد. احتمالا افزایش درجه حرارت همراه با تنش خشکی در طی دوره گلدهی، باعث کوتاه شدن دوره گلدهی و در نتیجه کاهش تعداد گلها می شود (گلدانی و رضوانی مقدم، ۱۳۸۴). مطالعات نشان داده است که بیشترین عملکرد نخود تحت شرایط فاریاب حاصل می‌شود. در این ارتباط اجتناب از تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی به ویژه در مرحله غلاف دهی تا دانه بستن ضروری است(جالوتا و همکاران، ۲۰۰۶). در حبوبات دوره رشد غلاف و سرعت پیری برگ‌ها با شروع تنش آبی و افزایش درجه حرارت‌های محدود کننده رشد افزایش می‌یابد. در صورت فراهمی رطوبت، رشد غلاف‌ها و بلوغ آنها در یک دوره‌ی طولانی‌تر انجام می‌شود و برگ‌ها با سرعت آهسته تر پیر می‌شوند (پارسا و باقری، ۱۳۸۷). به طور کلی هرچه تعداد دفعات آبیاری بیشتر شود، گیاه دارای کانوپی بزرگتری می‌شود که قادر است مخازن زایشی بزرگتری را تغذیه نماید و به میزان کافی ماده خشک به آن اختصاص دهد در نتیجه تعداد غلاف در بوته افزایش می‌یابد (رضوانی مقدم و ثمرجان، ۱۳۸۷).

اثر سطوح مختلف کود ورمی‌کمپوست بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار شد (جدول ۴-۷). بیشترین تعداد غلاف در تیمار ۹ تن در هکتار و کمترین آن در تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۴-۹). افزایش تعداد غلاف در سطوح ورمی‌کمپوست، به علت افزایش مواد غذایی قابل دسترس در اختیار گیاه، افزایش مواد فتوسنتزی و بیوماس و نهایتا اختصاص کربوهیدرات بیشتر به غلاف‌ها و ماندگاری

بیشتر آنها می‌باشد. فرناندز و همکاران (۲۰۱۰) نیز در کشت گیاه باقلا در محیط کشت ورمی‌کمپوست گزارش کردند که تعداد غلاف در بوته از ۱۴ به ۲۳ افزایش یافته و دلیل این افزایش غلاف را افزایش غلظت، مواد آلی، نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، سدیم، کلسیم و منیزیم دانستند که این مواد باعث توسعه گیاه و از طرفی باعث افزایش تعداد غلاف در باقلا می‌شود.

جدول ۴-۷ نتایج تجزیه واریانس تعداد غلاف در بوته برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۱۰۹/۸۶ ns
سطوح خشکی	۴	۴۹۶۳/۷۴**
خطا	۸	۲۵۳/۹۹
ورمی‌کمپوست	۳	۳۵۴/۸۷**
سطوح خشکی × ورمی‌کمپوست	۱۲	۷۰/۶۷ ns
خطا	۳۰	۳۹/۱۷

cv=۱۷/۸۹

جدول ۴-۸ مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته برای سطوح خشکی مورد آزمایش

قطع آبیاری	تعداد غلاف در بوته
شاهد(آبیاری کامل)	۶۳/۸۵a
از پرشدن دانه به بعد	۴۵/۳۵b
از غلاف دهی به بعد	۳۱/۰۳bc
از گلدهی به بعد	۲۱/۶۵cd
از ۱۰ برگی به بعد	۱۲/۱۶d

جدول ۴-۹مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش

ورمی‌کمپوست	تعداد غلاف در بوته
۹تن	۴۰/۲۸a
۶تن	۳۶/۹۳ab
۳تن	۳۲/۷۳bc
شاهد	۲۹/۲۹c

۴-۴- وزن غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح خشکی بر وزن غلاف در بوته در سطح ۱٪ معنی‌دار است (جدول ۴-۱۰). بیشترین و کمترین وزن غلاف در بوته به ترتیب مربوط به مراحل آبیاری کامل (۴/۸ گرم) و تنش ۱۰ برگی (۰/۹۶ گرم) است (جدول ۴-۱۱). به بیان دیگر به موازات تقلیل شدت تنش خشکی، وزن غلاف در بوته بیشتر شد. دلیل این امر می‌تواند وجود آب، مواد غذایی، رشد، توسعه گیاه و در نتیجه افزایش تعداد غلاف و وزن غلاف بیشتر باشد.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد سطوح مختلف ورمی‌کمپوست به طور معنی‌داری وزن غلاف در بوته را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۴-۱۰). بیشترین و کمترین مقدار وزن غلاف در بوته مربوط به تیمار مصرف ۹ تن در هکتار ورمی‌کمپوست (۳ گرم) و تیمار شاهد (۱/۹۲ گرم) بود (جدول ۴-۱۲). با توجه به نتایج، مصرف ۳، ۶ و ۹ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد به ترتیب باعث افزایش ۲۵، ۳۹، ۵۶، درصدی وزن غلاف در بوته می‌شود. اسکندری و آستارایی (۱۳۸۶) در بررسی تاثیر مواد آلی مختلف بر خصوصیات رشدی، وزن کل زیست توده و دانه نخود اظهار داشتند که میانگین وزن خشک غلاف در بوته تیمار شده با ورمی‌کمپوست در مقایسه با سایر تیمارها حداکثر شد. این افزایش نسبت به شاهد معادل ۴۲ درصد بود. دلیل این افزایش می‌تواند ناشی از فراهمی مواد غذایی موجود در ورمی‌کمپوست می‌باشد.

جدول ۴-۱۰ نتایج تجزیه واریانس وزن غلاف در بوته برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۱/۲۷ *
سطوح خشکی	۴	۲۶/۵۷**
خطا	۸	۱/۹۲
ورمی‌کمپوست	۳	۳/۰۹**
سطوح خشکی × ورمی‌کمپوست	۱۲	۰/۱۲ ns
خطا	۳۰	۰/۱

cv=۱۲/۵۷

جدول ۴-۱۱ مقایسه میانگین وزن غلاف در بوته برای سطوح خشکی مورد آزمایش

قطع آبیاری	وزن غلاف در بوته(gr)
شاهد(آبیاری کامل)	۴/۸a
از پرشدن دانه به بعد	۳/۰۶b
از غلاف دهی به بعد	۲/۳۴bc
از گلدهی به بعد	۱/۵۳cd
از ۱۰ برگی به بعد	۰/۹۶d

جدول ۴-۱۲ مقایسه میانگین وزن غلاف در بوته برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش

ورمی‌کمپوست	وزن غلاف در بوته(gr)
۹تن	۳a
۶تن	۲/۶۸b
۳تن	۲/۴b
شاهد	۱/۹۲c

۴-۵- تعداد دانه در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تعداد دانه در بوته برای سطوح مورد آزمایش تنش از نظر آماری مشابه نیست (جدول۴-۱۴). این امر در خصوص سطوح ورمی‌کمپوست نیز صادق بود. تاثیر متقابل سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست بر این صفت در سطح احتمال$P<0.05$ معنی‌دار بدست آمد. در هر یک از مراحل ۱۰ برگی به بعد، گلدهی به بعد و غلاف‌بندی به بعد تاثیر ورمی‌کمپوست بر تعداد دانه در بوته از نظر آماری قابل اغماض بود (شکل۴-۲). این در حالی است که در شرایط بدون تنش با افزایش مقدار ورمی‌کمپوست تعداد دانه در بوته به طور خطی رو به فزونی نهاد. در سطح تنش قطع آبیاری از پرشدن دانه به بعد، عملکرد بیشتر تنها به گیاهان روییده در شرایط استفاده از ۶ و ۹تن در هکتار ورمی‌کمپوست اختصاص داشت.

گیاه نخود در آغاز گلدهی دارای رشد رویشی سریعی می باشد که در شرایط فراهم بودن رطوبت قابل دسترس، طول دوره رشد زایشی و میزان فتوسنتز جاری افزایش می یابد، که منجر به

تشکیل گل های بیشتر در گیاه می شود که بر تشکیل غلاف های بارور و تولید دانه موثر است (گلدانی و رضوانی، ۱۳۸۶). با افزایش آب آبیاری، رشد غلافها و بلوغ آنها در یک دوره طولانی‌تر انجام می‌شود و برگها با سرعتی آهسته تر پیر می‌شوند در نتیجه تعداد دانه در بوته افزایش می‌یابد (رضوانی مقدم و ثمرجان، ۱۳۸۷). عدم تامین مواد فتوسنتزی لازم برای رشد جنین و تکامل بذر یکی از دلایل عمده کاهش تعداد دانه در بوته در شرایط تنش می باشد. آبیاری تکمیلی در مرحله گلدهی باعث افزایش تعداد دانه در بوته می شود. علت کاهش تعداد دانه در شرایط تنش خشکی، کاهش تعداد غلاف در ساقه های اصلی و فرعی است (امیری و همکاران، ۱۳۸۹).

جدول ۴-۱۳ نتایج تجزیه واریانس تعداد دانه در بوته برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۷۵/۶۶ ns
سطوح خشکی	۴	۳۱۲۱/۶۳**
خطا	۸	۱۸۵/۸۱
ورمی‌کمپوست	۳	۲۰۷/۶۳**
سطوح خشکی × ورمی‌کمپوست	۱۲	۶۱/۵۷*
خطا	۳۰	۲۳/۶۸

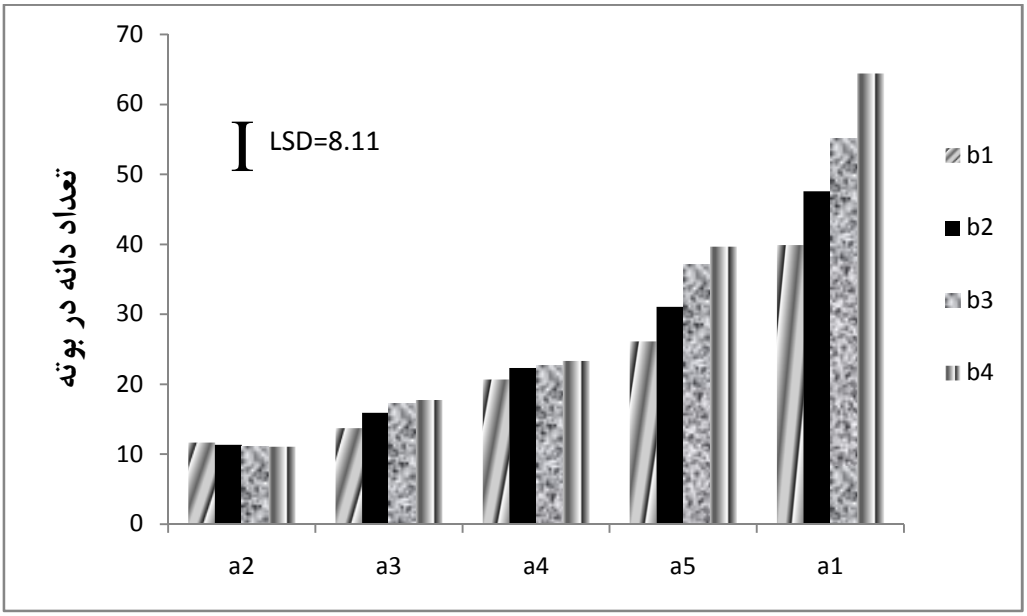
cv=۱۷/۰۳

جدول ۴-۱۴ مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته برای سطوح خشکی مورد آزمایش

قطع آبیاری	تعداد دانه در بوته
شاهد(آبیاری کامل)	۵۱/۷۳a
از پرشدن دانه به بعد	۳۳/۴۸b
از غلاف دهی به بعد	۲۲/۲۵bc
از گلدهی به بعد	۱۶/۱۵c
از ۱۰ برگی به بعد	۱۱/۳c

جدول ۴-۱۵ مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش

ورمی‌کمپوست	تعداد دانه در بوته
۹تن	۳۱/۲۴a
۶تن	۲۸/۶۲ab
۳تن	۲۵/۳۲bc
شاهد	۲۲/۷۴c



شکل۴-۲ اثرات متقابل تنش و ورمی‌کمپوست بر تعداد دانه در بوته، a5, a4, a3, a2, a1 به ترتیب معادل شاهد و تنش در مراحل، ۱۰برگی، گلدهی، غلاف‌بندی و پرشدن دانه است و b4, b3, b2, b1 به ترتیب معادل مقادیر ۰، ۳، ۶ و ۹ تن درهکتار ورمی‌کمپوست است.

۴-۶- تعدادغلاف پر در بوته

تعداد غلاف پر دربوته به طور معنی‌داری ($P<0.01$) تحت تاثیر خشکی قرار گرفت (جدول ۴-۱۶). اعمال سطوح خشکی موجب سیر نزولی بر تعداد غلاف پر درگیاه می‌شود. میانگین این صفت برای سطوح مورد آزمایش ورمی‌کمپوست نیز از نظر آماری متفاوت بدست آمد. تاثیر ورمی‌کمپوست بر تعداد غلاف پر در بوته تحت‌الشعاع اثر خشکی قرار گرفت. این امر به صورت معنی‌دار شدن ($P<0.05$) تاثیر مقابل بروز نمود.

در شرایط قطع آبیاری از مرحله ۱۰ برگی به بعد تعداد غلاف پر در بوته برای سطوح مختلف ورمی‌کمپوست تقریبا برابر بود. در شرایط قطع آبیاری از گلدهی به بعد و از غلاف دهی به بعد، افزایش جزئی تعداد غلاف پر در بوته بر اثر کاربرد ورمی‌کمپوست از نظر آماری قابل اغماض شد. در وضعیت قطع آبیاری در مرحله قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد، بالاترین عملکرد به بوته‌های تیمار شده با ۶ و ۹ تن ورمی‌کمپوست در هکتار اختصاص داشت. در شرایط آبیاری کامل، کمیت این صفت به صورت خطی تحت تاثیر افزایش ورمی‌کمپوست قرار گرفت. نکته حائز اهمیت این است که مصرف ۶ یا ۹ تن ورمی‌کمپوست درهکتار توانست تاثیر منفی قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه را بر طرف نماید و کمیت این صفت را به سطحی برابر با آبیاری کامل برساند. علت افزایش تعداد غلاف پر در بوته دسترسی بیشتر گیاه به آب و مواد غذایی در سطوح ورمی‌کمپوست است. زیرا فراهم بودن آب و عناصر غذایی سبب افزایش رشد رویشی و به طبع آن افزایش رشد زایشی خواهد شد. با فراهم بودن مواد مورد نیاز در مرحله رشد زایشی، گیاه برای پرکردن غلاف‌ها مجبور به کاهش تعداد غلاف یا جلوگیری از انتقال مواد پرورده به تعدادی از غلاف‌ها نیست. درنتیجه تعداد غلاف پر در بوته افزایش می‌یابد.

جدول ۴-۱۶ نتایج تجزیه واریانس تعداد غلاف پر در بوته برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۶۲/۱۷ ns
سطوح خشکی	۴	۳۰۹۳/۰۷**
خطا	۸	۱۷۶/۸۷
ورمی‌کمپوست	۳	۲۱۰/۴۴**
سطوح خشکی × ورمی‌کمپوست	۱۲	۵۹/۴۳*
خطا	۳۰	۲۲/۸۶

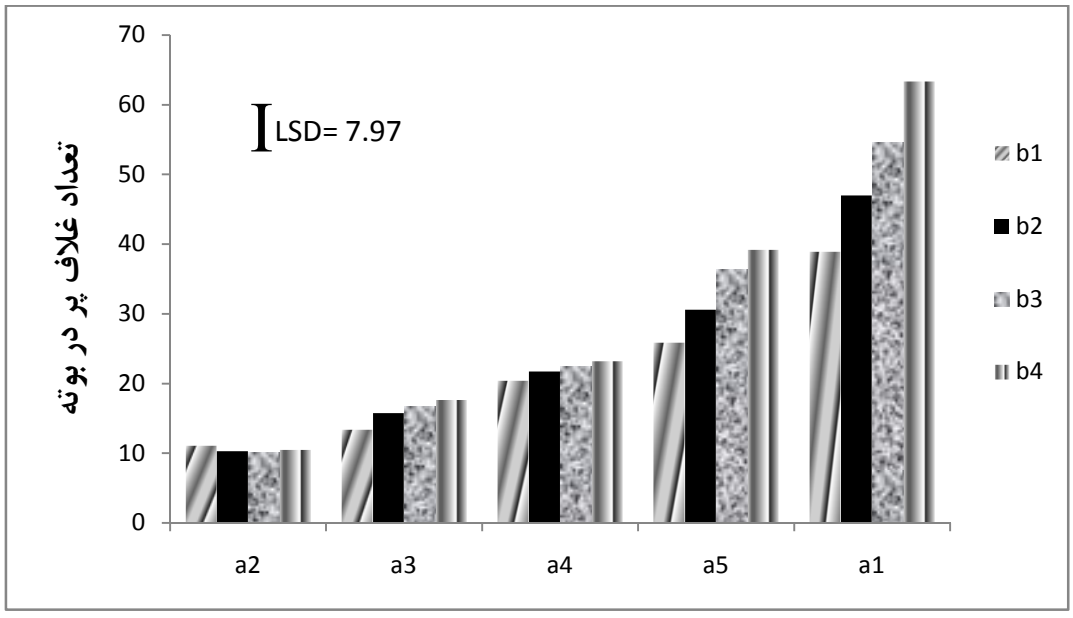
cv=۱۸/۰۷

جدول ۴-۱۷ مقایسه میانگین تعداد غلاف پر در بوته برای سطوح خشکی مورد آزمایش

قطع آبیاری	تعداد غلاف پر در بوته
شاهد(آبیاری کامل)	۵۰/۹۶a
از پرشدن دانه به بعد	۳۳/۰۱b
از غلاف دهی به بعد	۲۱/۹۵bc
از گلدهی به بعد	۱۵/۸۸c
از ۱۰ برگی به بعد	۱۰/۴۸c

جدول ۴-۱۸ مقایسه میانگین تعداد غلاف پر در بوته برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش

ورمی‌کمپوست	تعداد غلاف پر در بوته
۹تن	۳۰/۷۷a
۶تن	۲۸/۰۶ab
۳تن	۲۴/۸bc
شاهد	۲۲/۲c



شکل ۴-۳ اثرات متقابل تنش و ورمی‌کمپوست بر تعداد غلاف پر در بوته، a5, a4, a3, a2, a1 به ترتیب معادل شاهد و تنش در مراحل، ۱۰برگی، گلدهی، غلاف‌بندی و پرشدن دانه است و b4, b3, b2, b1 به ترتیب معادل مقادیر ۰، ۳، ۶و ۹ تن درهکتار ورمی‌کمپوست است.

۴-۷- وزن صددانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سطوح خشکی بر وزن صددانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است (جدول ۴-۱۹). اگر چه به طورکلی با افزایش مدت وقوع تنش خشکی وزن ۱۰۰دانه رو به کاهش نهاد، اختلاف قطع آبیاری از غلاف‌دهی به بعد با قطع آبیاری از گلدهی به بعد از این لحاظ قابل اغماض بود و در یک گروه آماری قرار گرفتند.

گلدانی و همکاران (۱۳۸۴) با بررسی اثر سطوح خشکی و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام دیم و آبی نخود در مشهد اظهار داشتند که کمترین و بیشترین وزن صددانه به ترتیب در تیمارهای یک بار آبیاری و سه بار آبیاری بدست آمد. همچنین دریافتند که گیاه نخود در مرحله گلدهی و تشکیل غلاف، نسبت به تنش خشکی بسیار حساس بوده و هرگونه تنش در این مراحل باعث عقیم شدن گلها و عدم تکامل بذرها شده و نهایتا وزن صددانه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. کاهش دفعات آبیاری و افزایش شدت تنش خشکی، وزن هزار دانه گیاه نخود را به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار می‌دهد. علت این امر کاهش پوشش سبز و دوام آن در کنار کاهش طول مراحل زایشی در اثر تنش می‌باشد که باعث کوتاه شدن طول دوره پرشدن دانه و نیز کاهش مواد فتوسنتزی تولید شده می‌گردد (راعی و همکاران، ۱۳۸۶). رضوانی مقدم و ثمرجان (۱۳۸۷) در بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت و رژیم‌های آبیاری مختلف بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد نخود ILC ۳۲۷۹ در شرایط آب هوای نیشابور نشان دادند که وزن صددانه در کشت بهاره فاریاب نسبت به کشت بهاره دیم بالاتر است. آنها دلیل این امر را به افزایش آب آبیاری نسبت دادند.

اثر سطوح ورمی‌کمپوست نیز بر وزن صددانه در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۴-۱۹). به طوری که بیشترین و کمترین وزن صددانه به ترتیب مربوط به مصرف ۹ تن در هکتار (۳۴/۵۷ گرم) و عدم مصرف ورمی‌کمپوست (۲۸/۵۵ گرم) است (جدول ۴-۲۱). در مقایسه با شاهد، مصرف ۶،۳ و ۹

در تن هکتار ورمی‌کمپوست به ترتیب ۹، ۱۳ و ۲۱ درصد افزایش در وزن صددانه را به همراه داشت. این افزایش به دلیل بهبود حاصلخیزی خاک و مواد غذایی است. آستارایی (۱۳۸۵) در بررسی تاثیر کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست بر اجزای عملکرد و عملکرد دانه اسفرزه اظهار داشت که مصرف ورمی‌کمپوست باعث افزایش وزن هزار دانه اسفرزه می‌گردد. وی دلیل این امر را فراهمی مناسب و بیشتر عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم برای گیاه اسفرزه دانست که بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه تاثیر گذار می‌باشد.

جدول ۴-۱۹ نتایج تجزیه واریانس وزن صددانه برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۲۶/۵۰*
سطوح خشکی	۴	۱۹۰/۹۳**
خطا	۸	۷/۳۲
ورمی‌کمپوست	۳	۹۴/۰۷**
سطوح خشکی × ورمی‌کمپوست	۱۲	۲/۴۳^{ns}
خطا	۳۰	۲۲/۸۶

cv=۱۴/۰۶

جدول ۴-۲۰ مقایسه میانگین ورن صددانه برای سطوح خشکی مورد آزمایش

قطع آبیاری	وزن صددانه(gr)
شاهد(آبیاری کامل)	۳۷/۸۴a
از پرشدن دانه به بعد	۳۲/۸۲b
از غلاف دهی به بعد	۳۰/۸۷bc
از گلدهی به بعد	۲۹/۹۴c
از ۱۰ برگی به بعد	۲۷/۱۳d

جدول ۴-۲۱ مقایسه میانگین وزن صددانه برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش

ورمی‌کمپوست	وزن صددانه(gr)
۹تن	۳۴/۵۷a
۶تن	۳۲/۴۴b
۳تن	۳۱/۳۲c
شاهد	۲۸/۵۵d

۴-۸- عملکرد دانه

نتایج حاصله از تجزیه داده‌ها بیانگر معنی‌دار بودن اثر سطوح خشکی بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد (جدول ۴-۲۲). این امر در خصوص تاثیر ورمی‌کمپوست نیز صادق است. این صفت به طور معنی داری تحت تاثیر بر همکنش تنش خشکی و ورمی‌کمپوست قرار گرفت. به طوری که در شکل ۴-۴ دیده می‌شود در شرایط تنش شدید، تاثیر مثبت ورمی‌کمپوست از نظر آماری قابل اغماض بود. این در حالی است که کاربرد ۹تن ورمی‌کمپوست در شرایط قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد توانست تاثیر منفی تنش خشکی بر عملکرد را از طریق بیشتر نمودن عملکرد جبران نماید و مقدار عملکرد را به سطح شاهد ارتقاء دهد. در شرایط آبیاری کامل، ۳، ۶ و ۹تن ورمی‌کمپوست بر عملکرد دانه نسبت به وضعیت عدم استفاده از ورمی‌کمپوست به ترتیب برابر با ۲۹، ۳۶ و ۴۵ درصد بود. در شرایط قطع آبیاری از زمان پرشدن دانه به بعد، تاثیر مثبت ورمی‌کمپوست به ترتیب برابر ۳۱، ۵۱ و ۱۰۶ درصد شد که مراتب بیشتر از اثر آن در آبیاری کامل است.

به طور کلی، افزایش عملکرد بر اثر ورمی‌کمپوست می‌تواند مربوط به بهبود خواص فیزیکی خاک و در نتیجه افزایش جذب وفراهم نمودن شرایط متعادل برای رشد از نطر در دسترس بودن عناصر غذایی باشد (اتیه و همکاران، ۲۰۰۲). آرانکون و همکاران (۲۰۰۵) در طی بررسی اثر ورمی‌کمپوست بر گیاه فلفل بیان داشتند که عملکرد فلفل در تمام تیمارهای ورمی‌کمپوست به طور قابل ملاحظه‌ای بالاتر از تیمار شاهد بود. در تفسیر نتایج حاصله چنین بیان کردند که مصرف ورمی‌کمپوست از طریق بهبود خواص بیولوژیکی خاک مانند افزایش بیوماس میکروبی و عرضه پایدار عناصر غذایی پرمصرف نظیر نیتروژن، فسفر و نیز وجود تنظیم کننده‌های رشد گیاهی همچون هورمون‌های رشد (اکسین، جیبرلین و سیتوکنین) موجود در ورمی‌کمپوست می‌تواند موجب رشد، نمو و عملکرد گیاه فلفل گردد. انصاری (۲۰۰۸) در بررسی اثر ورمی‌کمپوست بر گیاهان سیب زمینی، شلغم و اسفناج بیان داشت که

کاربرد ۶ و ۴ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به ترتیب برای گیاهان غده‌ای و برگی باعث افزایش عملکرد می‌شود. وی دلیل این افزایش عملکرد را قابلیت دسترسی بیشتر به مواد غذایی در ورمی‌کمپوست اعلام داشت. انصاری (۲۰۰۸) در بررسی دیگری تحت عنوان اثر ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش بر گیاهان پیاز، سیب‌زمینی و اسفناج به این نتیجه رسید که عملکرد هر سه گیاه با کاربرد ورمی‌کمپوست به طور معناداری افزایش پیدا می‌کند. وی اظهار داشت مواد آلی مانند ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش هوموسی شدن و فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی را در خاک افزایش می‌دهند که خود موجب پایداری و نفوذ پذیری بیشتر خاک می‌شود. همچنین مواد آلی پیوستگی ذرات معدنی مانند کلسیم، منیزیم و پتاسیم را در کلوئیدهای هوموس و رس را افزایش می‌دهد، که در نتیجه پایداری و تخلخل خاک و در نهایت رشد گیاه را بیشتر می‌شود. آلم و همکاران (۲۰۰۷) با بررسی اثر ورمی‌کمپوست و کودهای شیمیایی برعملکرد سیب‌زمینی، بالاترین مقدار عملکرد غده (۲۵/۵۶ تن) را با کار برد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست همراه با ۱۰۰٪ مقدار توصیه شده کودهای NPK بدست آوردند. آنها دلیل این افزایش تولید را عرضه بهتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه با مصرف مقادیر توصیه شده کودهای شیمیایی و همچنین تاثیر مواد هورمونی موجود در ورمی‌کمپوست در نتیجه فعالیت کرم‌های خاکی و اثر آن بر رشد و عملکرد گیاه دانستند.

بالا بودن عملکرد دانه نخود در تیمار آبیاری کامل با توجه به برتری پایه گیاهی از نظر سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی در مقایسه با آبیاری محدود ناشی می‌شود (شیربندی و همکاران، ۱۳۸۶). فراهم بودن آب کافی سبب افزایش پوشش سبز، طول دروه رویش، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، و در نهایت عملکرد دانه در واحد سطح می‌شود. تنش خشکی در دوران قبل از گلدهی نسبت به بعد از گلدهی آثار مخرب بیشتری بر روی عملکرد دانه دارد (راعی و همکاران ۱۳۸۶). رضوانی مقدم و همکاران (۱۳۸۶) اظهار داشتند عملکرد محصول نخود همبستگی مثبتی با میزان آب دارد. به طوری که توسعه کانوپی محصول تحت تاثیر میزان آب قرار می‌گیرد و پوشش کامل در

صورت در دسترس بودن آب بدست می‌آید. از آنجا که میزان انرژی تشعشعی جذب شده توسط کانوپی در شرایط کم آبیاری کمتر است، مقدار تولید ماده خشک نیز در این حالت کمتر می‌شود. دلیل این امر را عدم توانایی گیاه در باز نگهداشتن روزنه‌های خود در شرایط خشک بیان کرند. این خود منجر به کاهش فعالیت فتوسنتزی و کاهش سطح سبز گیاه می‌شود. از سوی دیگر افزایش خشکی در لایه های سطحی خاک ممکن است گیاه را مجبور کند تا رطوبت مورد نیاز خود را از لایه‌های عمیق‌تر خاک که عناصر ضروری در آنها کم است استخراج کند. بدین ترتیب گیاه دچار تنش کمبود عناصر غذایی می‌شود. مجموعه این عوامل باعث کاهش اندازه گیاه و کاهش ذخایر فتوسنتزی موجود جهت پرکردن غلاف‌ها و در نهایت کاهش عملکرد دانه می‌شود. تحقیقات گلدانی و همکاران (۱۳۸۴) نشان داده است که ثبات عملکرد بقولات، وابستگی شدیدی با شرایط آب و هوایی در دوره‌های بحرانی دارد. بدین صورت که هوایی گرم و خشک سبب کاهش رشد گیاه، نمو غلاف و تعداد دانه در غلاف می‌گردد. در شرایط تنش رطوبتی تلفات گیاهی افزایش یافته و منجر به کاهش شاخه‌های غلافدار و در نهایت عملکرد می‌شود.

جدول ۴-۲۲ نتایج تجزیه واریانس عملکرد دانه برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۳۲۴۶۶۰/۲۹*
سطوح خشکی	۴	۱۲۸۲۸۶۲۴/۲۸**
خطا	۸	۶۷۳۲۱/۱۷
ورمی‌کمپوست	۳	۹۸۸۴۴۶/۹۱**
سطوح خشکی × ورمی‌کمپوست	۱۲	۱۹۷۸۶۲/۴۵*
خطا	۳۰	۷۴۸۰۷/۶۹

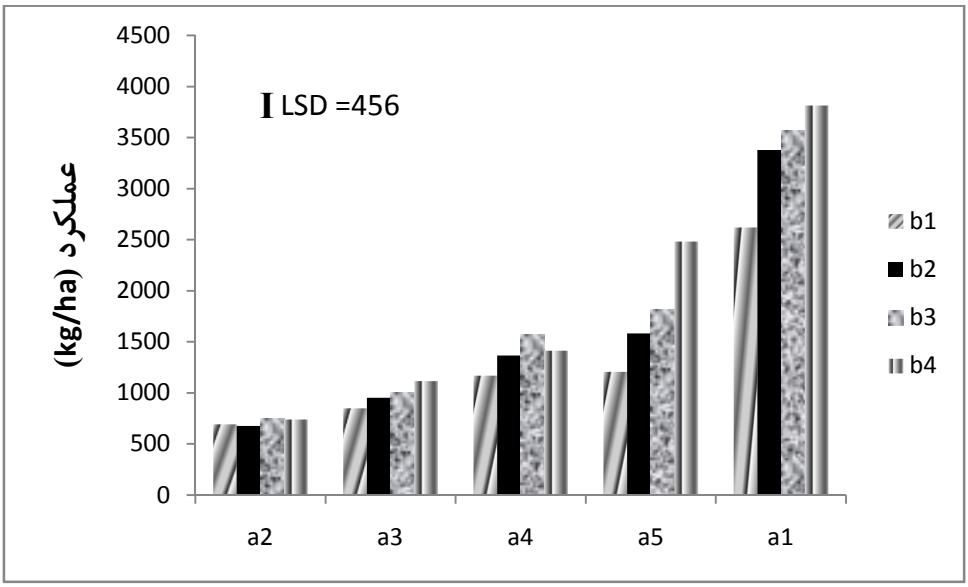
cv=۱۶/۶۸

جدول ۴-۲۳ مقایسه میانگین عملکرد دانه برای سطوح خشکی مورد آزمایش

قطع آبیاری	عملکرد دانه(kg)
شاهد(آبیاری کامل)	۳۴۴۴/۵a
از پرشدن دانه به بعد	۱۷۷۳/۱b
از غلاف دهی به بعد	۱۳۸۰/۸bc
از گلدهی به بعد	۹۸۲c
از ۱۰ برگی به بعد	۷۱۶/۳c

جدول ۴-۲۴ مقایسه میانگین عملکرد دانه برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش

ورمی‌کمپوست	عملکرد دانه(kg)
۹تن	۱۹۱۳/۶a
۶تن	۱۷۴۳/۶۷ab
۳تن	۱۵۹۱/۲۷b
شاهد	۱۳۰۸/۷۸c



شکل ۴-۴ اثرات متقابل تنش و ورمی‌کمپوست بر عملکرد دانه، a5, a4, a3, a2, a1 به ترتیب معادل شاهد. و تنش در مراحل، ۱۰برگی، گلدهی، غلاف‌بندی و پرشدن دانه است و b4, b3, b2, b1 به ترتیب معادل مقادیر ۰، ۳، ۶ و ۹ تن درهکتار ورمی‌کمپوست است.

۴-۹- عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه وارایانس نشان داد که عملکرد بیولوژیک تحت تاثیر اثرات ساده و متقابل تنش خشکی و ورمی‌کمپوست قرار می‌گیرد (جدول ۴-۲۵). کاربرد ۳، ۶ و ۹ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نسبت به وضعیت عدم استفاده آن سبب شد که در شرایط قطع ابیاری از ۱۰ برگی به بعد، عملکرد بیولوژیک را به ترتیب ۵، ۲۳ و۳۱ درصد افزایش دهد. این تاثیر مثبت به ترتیب برابر ۱۱، ۲۱ و۲۷ درصد درشرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد، ۱۶، ۲۷ و۵۷ درصد در شرایط قطع آبیاری از غلاف‌بندی به بعد، ۱۹، ۳۳ و ۶۷ درصد در وضعیت تنش در دوره پرشدن دانه تا رسیدگی و ۲۲،۳۳ و ۴۷ درصد در حالت آبیاری کامل بالغ گردید.

اسکندری و آستاریی (۱۳۸۶) اظهار داشتند کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش معنی‌داری در عملکرد بیولوژیک می‌شود. آنها دلیل این افزایش را فراهمی عناصر غذایی مانند N, C, P, K, Ca, Mg و همچنین اثرات مثبت بین آزاد سازی تدریجی عناصر از ورمی‌کمپوست و جذب تدریجی عناصر توسط گیاه دانستند. درزی و همکاران (۱۳۷۸) در بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه، درگیاه دارویی رازیانه اظهار داشتند که مصرف ورمی‌کمپوست باعث افرایش معنی‌داری در عملکرد بیولوژیک می‌شود. افزودن ورمی‌کمپوست به خاک نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش می‌دهد، بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد اندام هوایی نظیر ارتفاع و تعداد چتر در بوته و متعاقب آن تولید ماده خشک را نیز فراهم می‌کند. در همین رابطه در پژوهشی که با استفاده از مقادیر مختلف ورمی کمپوست روی گیاه دارویی ریحان توسط انور و همکاران (۲۰۰۵) صورت گرفت، نشان داده شد که مصرف پنج تن در هکتار ورمی‌کمپوست همراه با کود شیمیایی (NPK به میزان ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار) برتری

محسوسی از نظر عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد دارد. آنها اظهار داشتند که افزودن ورمی‌کمپوست به خاک با بهبود بخشیدن شرایط بیولوژیکی خاک، ضمن فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، موجبات افزایش رشد رویشی و تولید بیوماس می‌گردد. یافته‌های کوماوات و همکاران(۲۰۰۶) نیز مؤید آن بود که استفاده از ورمی‌کمپوست در گیاه جو، موجب بهبود چشمگیر عملکرد بیولوژیک گردید، آنها این تأثیر مثبت را به قابلیت تحریک کنندگی فعالیت میکروب های مفید خاک توسط ورمی‌کمپوست و توانایی آن در بهبود جذب عناصر معدنی پر مصرف و کم مصرف نسبت دادند.

ساینز و همکاران (۱۹۹۸) در پژوهش خود روی گیاهان شبدر قرمز و خیار گزارش کردند که مصرف ورمی کمپوست حاصل از ضایعات آلی شهری، موجب افزایش قابل ملاحظه عملکرد بیولوژیک در مقایسه با شاهد شد. آنها اظهار داشتند که فضولات کرم های خاکی حاوی عناصر معدنی پر مصرف و کم مصرف قابل استفاده فراوانی بوده که موجب تغذیه مستقیم گیاهان مذکور شده و از طریق بهبود رشد و نمو، سبب افزایش عملکرد بیولوژیک می‌گردد.

جدول ۴-۲۵ نتایج تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست

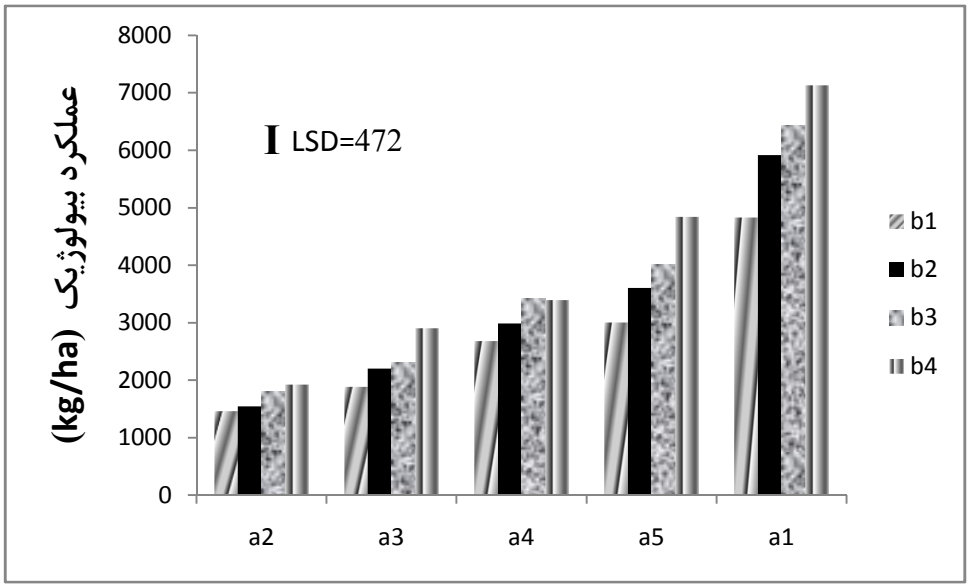
منابع تغییرات	درجه‌آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۴۵۷۲۵۳/۷*
سطوح خشکی	۴	۳۴۷۰۶۰۲۴/۱**
خطا	۸	۹۰۶۳۱۲/۵
ورمی‌کمپوست	۳	۴۳۰۱۸۳۲/۳**
سطوح خشکی × ورمی‌کمپوست	۱۲	۳۴۰۹۹۴/۹**
خطا	۳۰	۸۰۸۵۳/۹
		cv=۱۸/۳۲

جدول ۴-۲۶ مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک برای سطوح خشکی مورد آزمایش

قطع آبیاری	عملکرد بیولوژیک(kg)
شاهد(آبیاری کامل)	۶۰۷۹/۹a
از پرشدن دانه به بعد	۳۸۶۶/۸b
از غلاف دهی به بعد	۳۱۲۱/۴bc
از گلدهی به بعد	۲۳۲۴/۸cd
از ۱۰ برگی به بعد	۱۶۸۶/۴d

جدول ۴-۲۷ مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش

ورمی‌کمپوست	عملکرد بیولوژیک(kg)
۹تن	۴۰۴۰/۸a
۶تن	۳۵۹۶/۶b
۳تن	۳۲۵۰/۳c
شاهد	۲۷۷۵/۰۳d



شکل ۴-۵ اثرات متقابل تنش و ورمی‌کمپوست بر عملکرد بیولوژیک، a5, a4, a3, a2, a1 به ترتیب معادل شاهد و تنش در مراحل، ۱۰برگی، گلدهی، غلاف‌بندی و پرشدن دانه است و b4, b3, b2, b1 به ترتیب معادل مقادیر ۰، ۳، ۶ و ۹ تن درهکتار ورمی‌کمپوست است.

۴-۱۰- شاخص برداشت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴-۲۸) نشان می‌دهد که اثر سطوح مختلف قطع آبیاری و ورمی‌کمپوست بر شاخص برداشت در سطح ۱٪معنی‌دار است. تاثیر متقابل آنها از لحاظ آماری قابل اغماض شد. نتایج نشان می‌دهد بیشترین شاخص برداشت در تیمار شاهد (۶۰/۳۳ درصد) و کمترین شاخص برداشت (۱۷/۶۳درصد) در تیمار قطع آبیاری در مرحله ۱۰ برگی است(جدول ۴-۲۹). تفاوت قطع آبیاری از گلدهی به بعد با قطع آبیاری از ۱۰ برگی به بعد در این صفت از نظر آماری معنی‌دار نبود. این امر در خصوص قطع آبیاری از غلاف‌دهی به بعد و از پرشدن دانه به بعد نیز صادق بود. راعی و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی سطوح مختلف آبیاری بر شاخص برداشت اذعان داشتند که در تیمار بدون آبیاری شاخص برداشت نسبت به تیمار آبیاری کامل کمتر است

مقایسه میانگین شاخص برداشت در سطوح مختلف ورمی‌کمپوست (جدول ۴-۳۰) نشان داد که بلاترین شاخص برداشت با مصرف ۹ تن در هکتار ورمی‌کمپوست (۴۱/۹۴ درصد) و کمترین میزان آن در عدم مصرف ورمی‌کمپوست (۳۱/۲۸) بدست می‌آید. دلیل این عمر می‌تواند مربوط به دسترسی بیشتر به مواد غذایی و بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در سطح ۹ تن در هکتار ورمی‌کمپوست باشد. شایان ذکر است که بین ۳ تن و۶ تن ورمی‌کمپوست از نظر شاخص برداشت تفاوتی دیده نشده و آنها در یک گروه آماری قرار می‌گیرند.

جدول ۴-۲۸ نتایج تجزیه واریانس شاخص برداشت برای سطوح خشکی و ورمی‌کمپوست

منابع تغییرات	درجه‌آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۲	۱۳۴/۱۳*
سطوح خشکی	۴	۳۲۲۷/۶۴**
خطا	۸	۱۰۵/۱۷
ورمی‌کمپوست	۳	۲۸۷/۶۶**
سطوح خشکی × ورمی‌کمپوست	۱۲	۱۶/۲۸^{ns}
خطا	۳۰	۲۰/۲۱

cv=۱۲/۱۷

جدول ۴-۲۹ مقایسه میانگین شاخص برداشت برای سطوح خشکی مورد آزمایش

قطع آبیاری	شاخص برداشت(درصد)
شاهد(آبیاری کامل)	۶۰/۳۳a
از پرشدن دانه به بعد	۴۳/۶۸b
از غلاف دهی به بعد	۳۶/۴۶b
از گلدهی به بعد	۲۶/۴۵c
از ۱۰ برگی به بعد	۱۷/۶۳c

جدول ۴-۳۰ مقایسه میانگین شاخص برداشت برای سطوح ورمی‌کمپوست مورد آزمایش

ورمی‌کمپوست	شاخص برداشت(درصد)
۹تن	۴۱/۹۴a
۶تن	۳۷/۶۷b
۳تن	۳۶/۷۶b
شاهد	۳۱/۲۸c

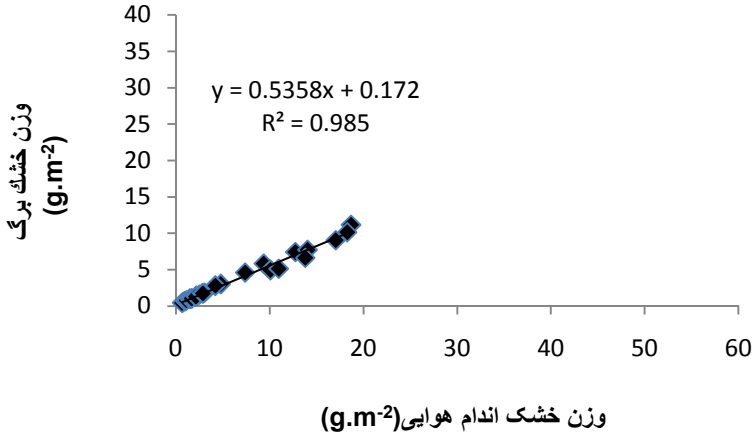
۴-۱۱- تسهیم بیوماس به برگ و ساقه

ارتباط وزن خشک برگ با بیوماس کل و وزن خشک ساقه با بیوماس کل برای ترکیبات تیماری مورد آزمایش در شکل‌های ۴-۶ تا ۴-۴۵ آورده شده است. به طوریکه در این شکل‌ها دیده می‌شود بین این صفات یک رابطه خطی با ضریب تبیین بالا وجود دارد. از ضریب x به عنوان شاخصی برای نشان دادن میزان تسهیم ماده خشک به برگ و ساقه استفاده شد. برای کلیه ترکیبات تیماری، کمیت این ضریب برای برگ به مراتب بزرگتر از ساقه بود. به بیان دیگر، نخود همواره ماده خشک بیشتری را به برگ در مقایسه با ساقه اختصاص می‌دهد.

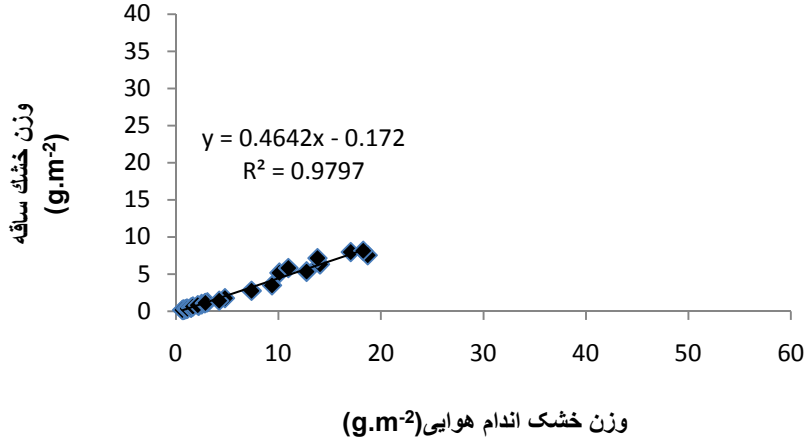
برای امکان مقایسه دقیق‌تر، اقدام به محاسبه خطای استاندارد ضریب x گردید (جدول۴-۳۱) که شکل ضرایب همراه با خطای استاندارد تنها برای برگ ارائه شده است (شکل ۴-۴۶). در هر سطح خشکی، با افزایش مقدار کاربرد ورمی‌کمپوست افزایش محسوسی (در برخی از موارد غیر معنی‌دار) در پر برگی ایجاد می‌شود. به طوریکه انتظار می‌رود، میزان اختصاص بیوماس به برگ تقلیل می‌یابد.

این امر می‌تواند مربوط به مکانیسم‌های تقلیل شدت خشکی از طریق کاهش سطوح برگی تعرق کننده آب باشد.

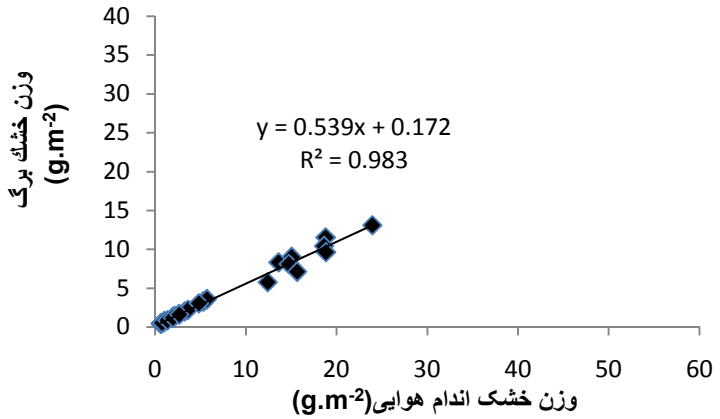
به طور کلی معادله درجه ۲بین عملکرد دانه و ضریب اختصاص ماده خشک به برگ وجود داشت شکل۴-۴۷. به بیان دیگر با افزایش پر برگی گیاه، عملکرد دانه نیز به طور مثبت متاثر می‌گردد.



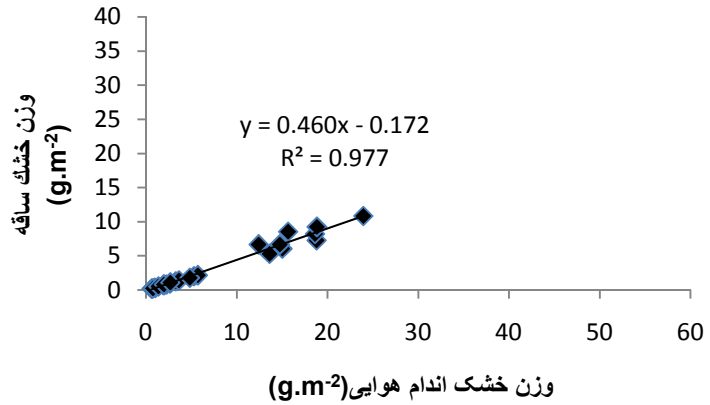
شکل ۴-۶ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از ۱۰ برگی به بعد و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست



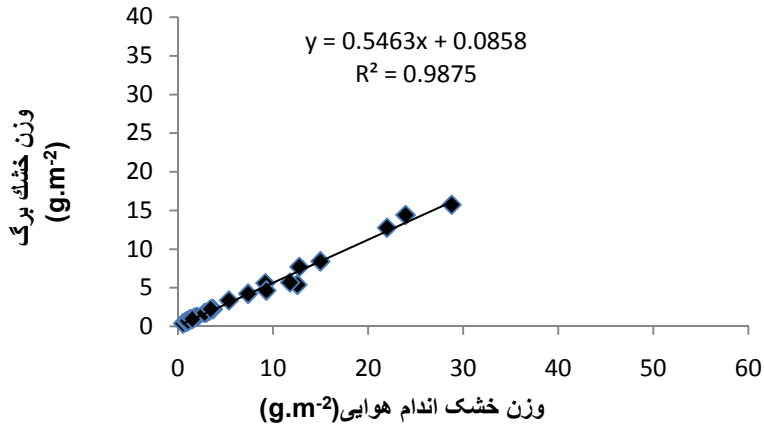
شکل ۴-۷ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از ۱۰ برگی به بعد و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست



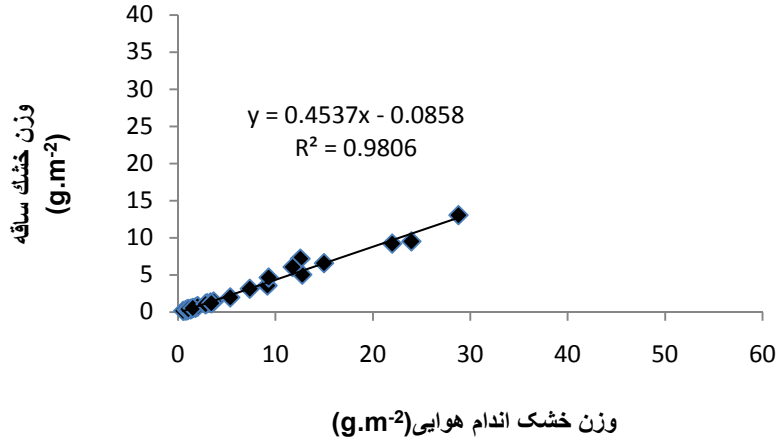
شکل ۴-۸ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از ۱۰ برگی به بعد و استفاده از ۳تن ورمی‌کمپوست



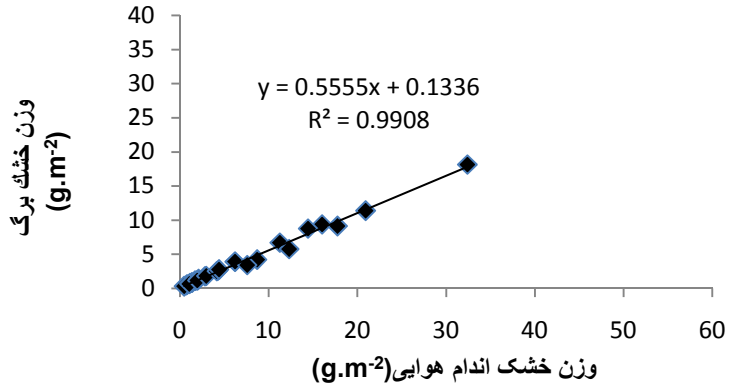
شکل ۴-۹ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از ۱۰ برگی به بعد و استفاده از ۳تن ورمی‌کمپوست



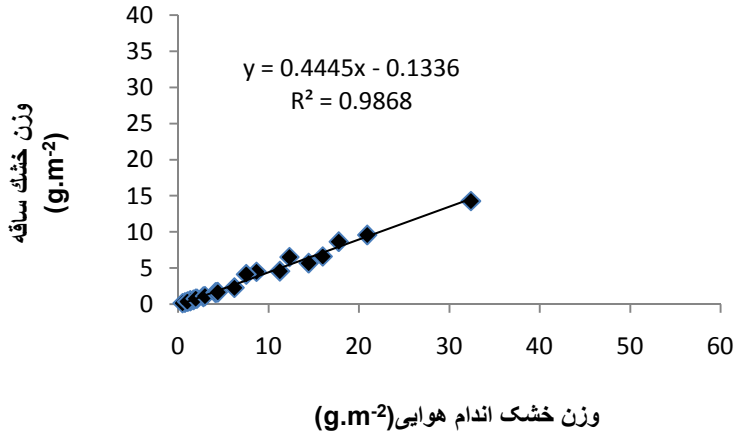
شکل ۴-۱۰ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از ۱۰ برگی به بعد و استفاده از ۶تن ورمی‌کمپوست



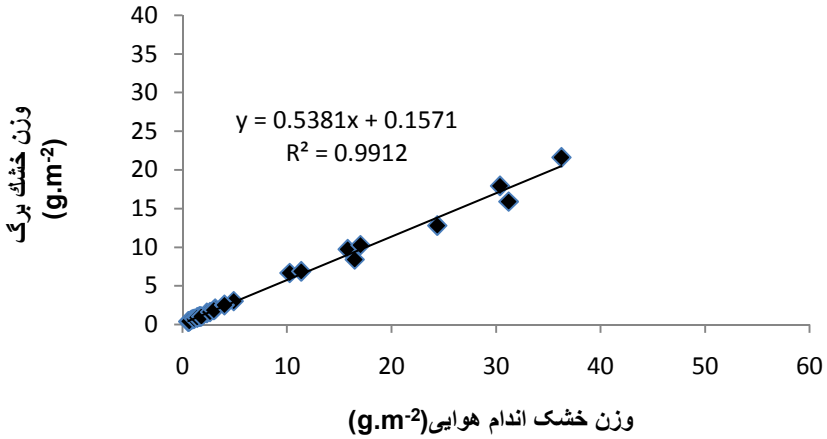
شکل ۴-۱۱ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از ۱۰ برگی به بعد و استفاده از ۶تن ورمی‌کمپوست



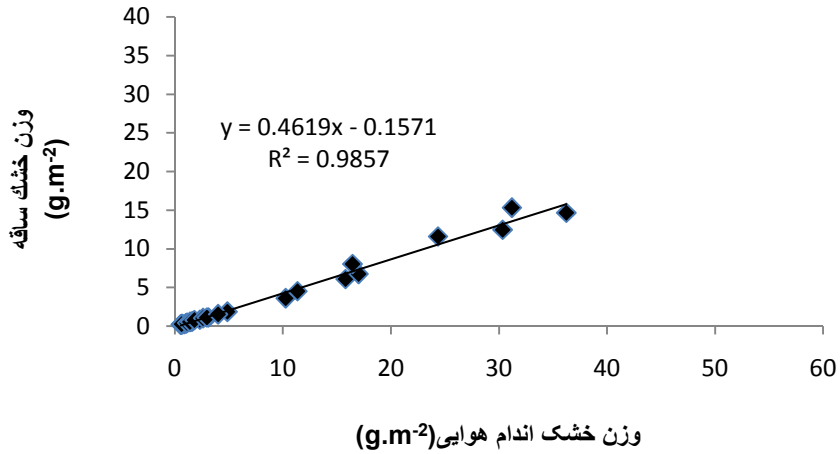
شکل ۴-۱۲ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از ۱۰ برگی به بعد و استفاده از ۹تن ورمی‌کمپوست



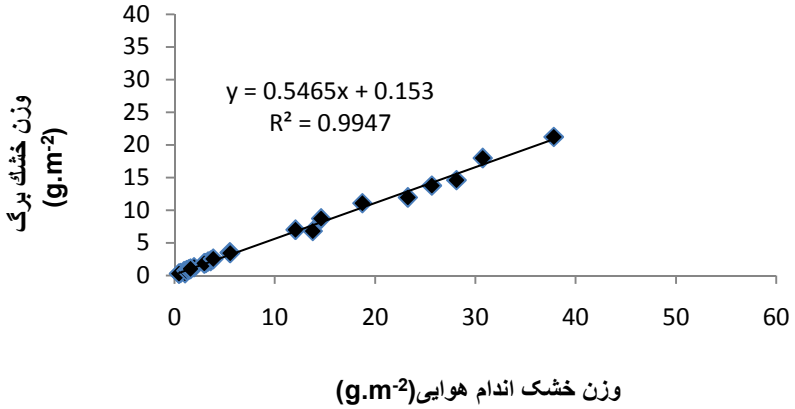
شکل ۴-۱۳ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از ۱۰ برگی به بعد و استفاده از ۹تن ورمی‌کمپوست



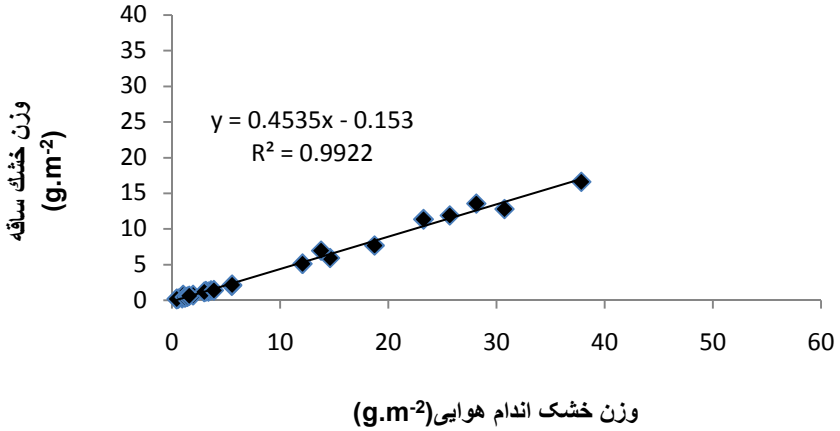
شکل ۴-۱۴ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست



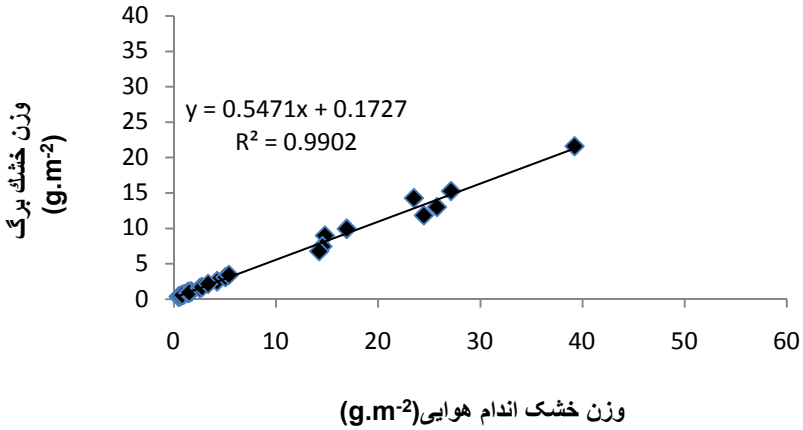
شکل ۴-۱۵ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست



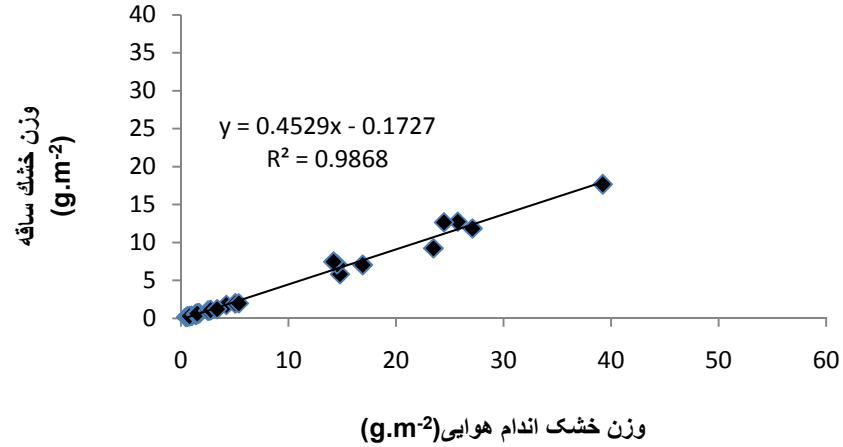
شکل ۴-۱۶ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و استفاده از ۳تن ورمی‌کمپوست



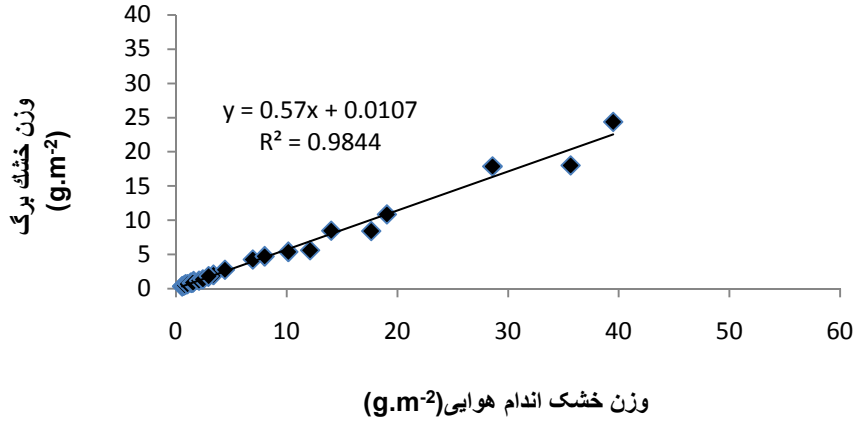
شکل ۴-۱۷ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و استفاده از ۳تن ورمی‌کمپوست



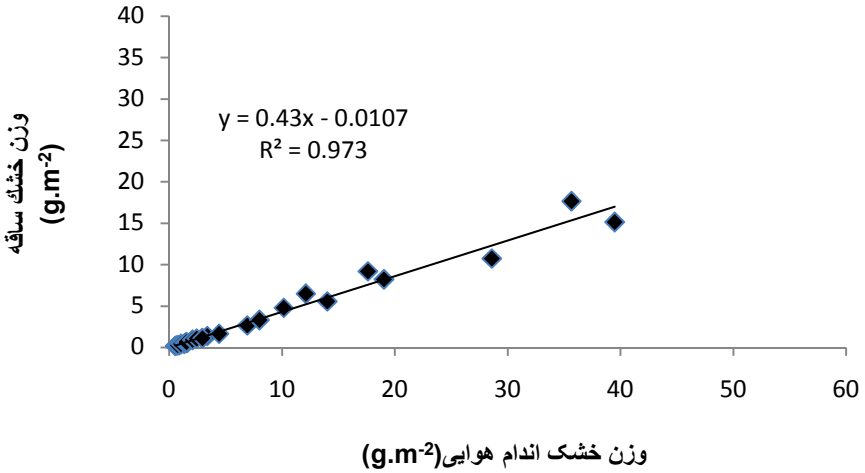
شکل ۴-۱۸ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و استفاده از ۶تن ورمی‌کمپوست



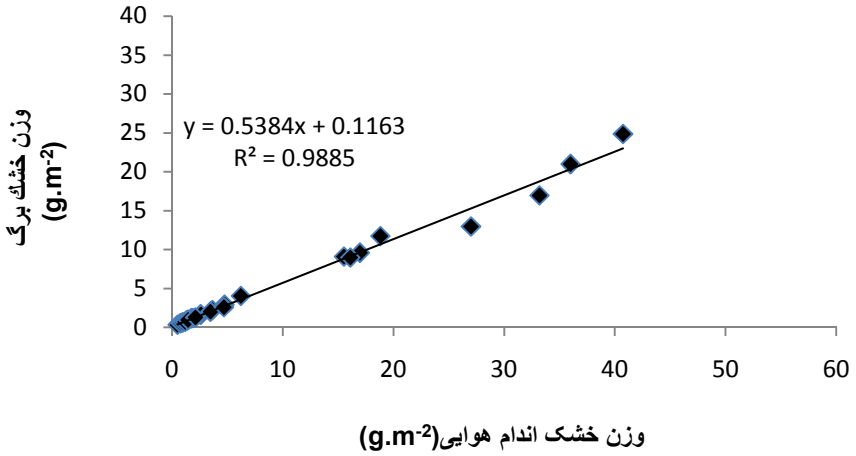
شکل ۴-۱۹ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و استفاده از ۶تن ورمی‌کمپوست



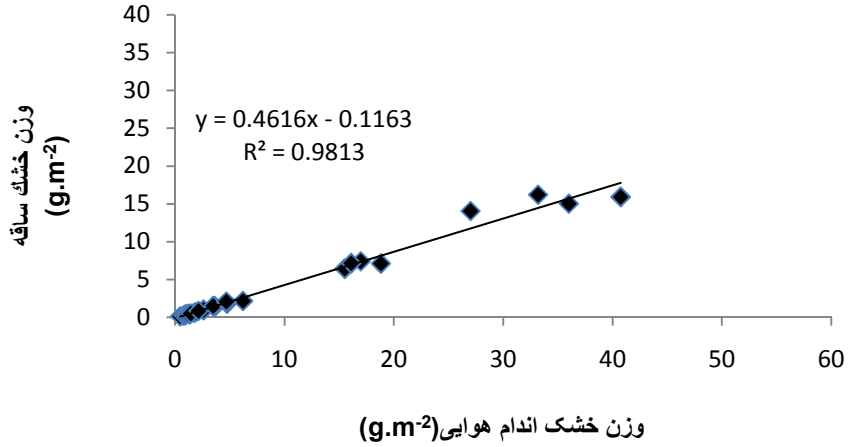
شکل ۴-۲۰ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و استفاده از ۹تن ورمی‌کمپوست



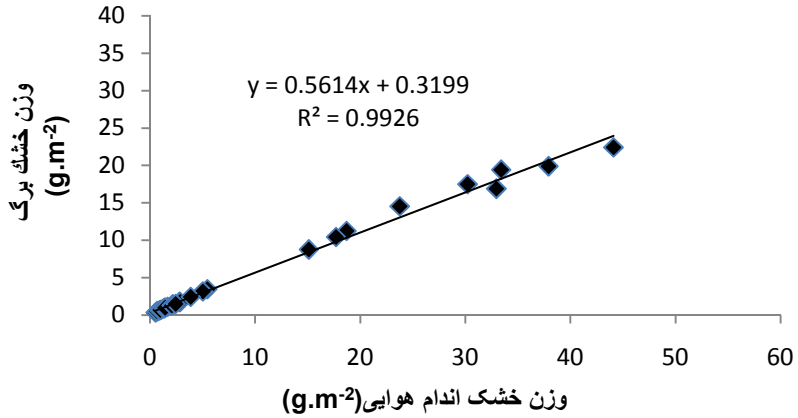
شکل ۴-۲۱ رابطه وزن ساقه برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و استفاده از ۹تن ورمی‌کمپوست



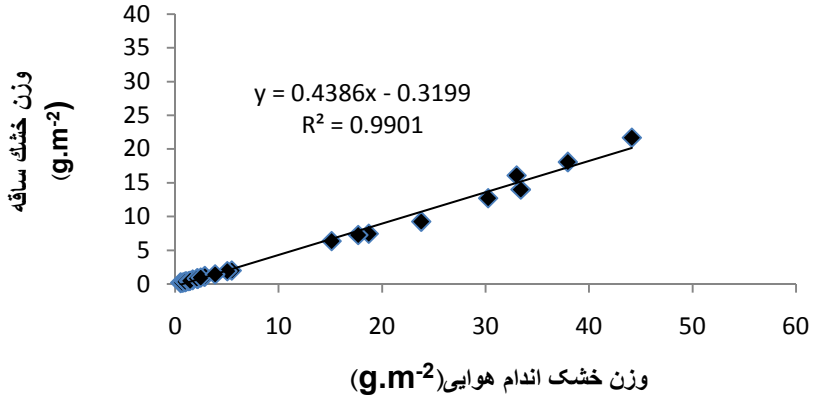
شکل ۴-۲۲ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله غلاف‌بندی به بعد و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست



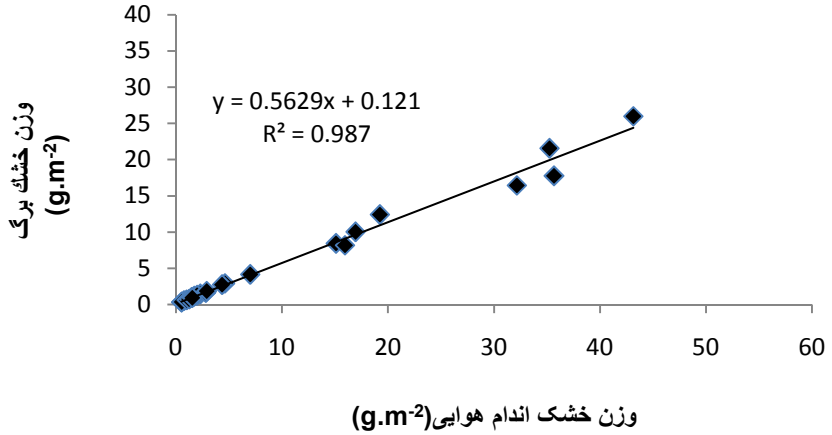
شکل ۴-۲۳ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله غلاف‌بندی به بعد و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست



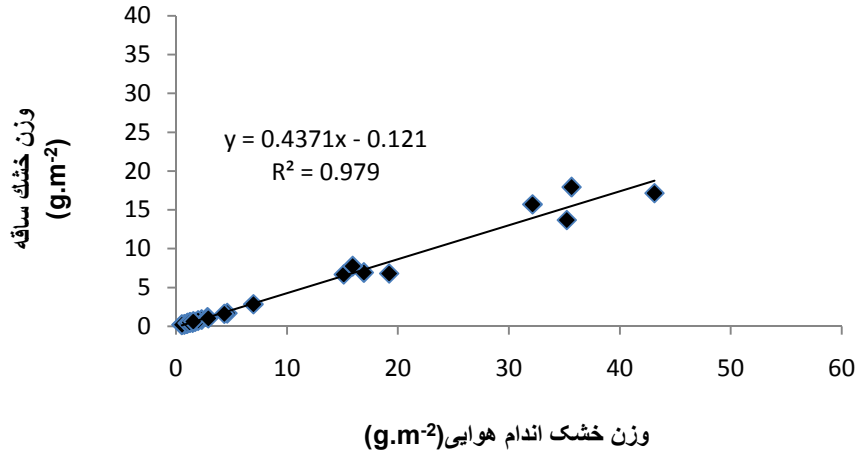
شکل ۴-۲۴ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله غلاف‌بندی به بعد و استفاده از۳ تن ورمی‌کمپوست



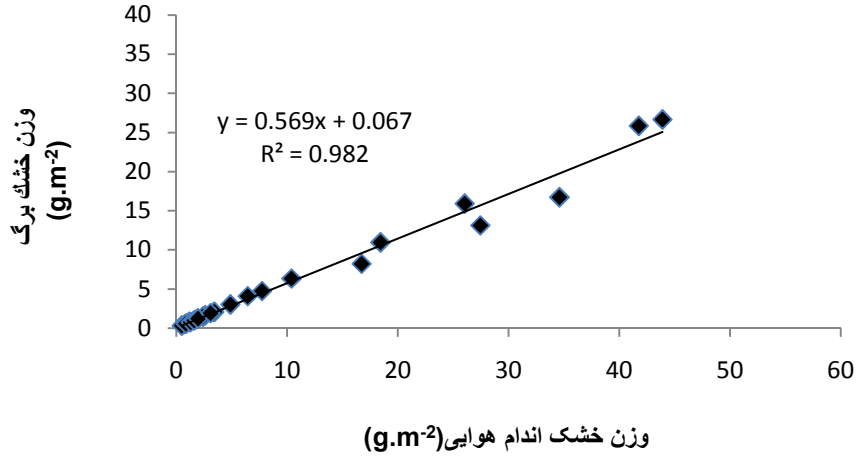
شکل ۴-۲۵ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله غلاف‌بندی به بعد و استفاده از۳ تن ورمی‌کمپوست



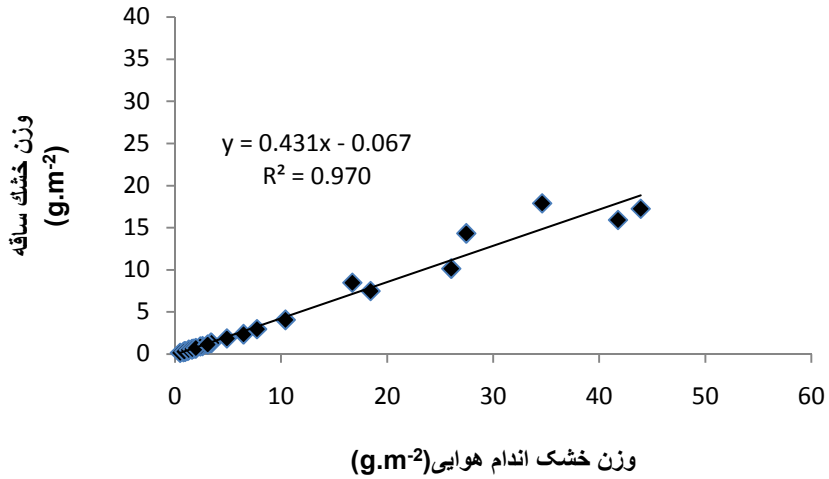
شکل ۴-۲۶ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله غلاف‌بندی به بعد و استفاده از۶ تن ورمی‌کمپوست



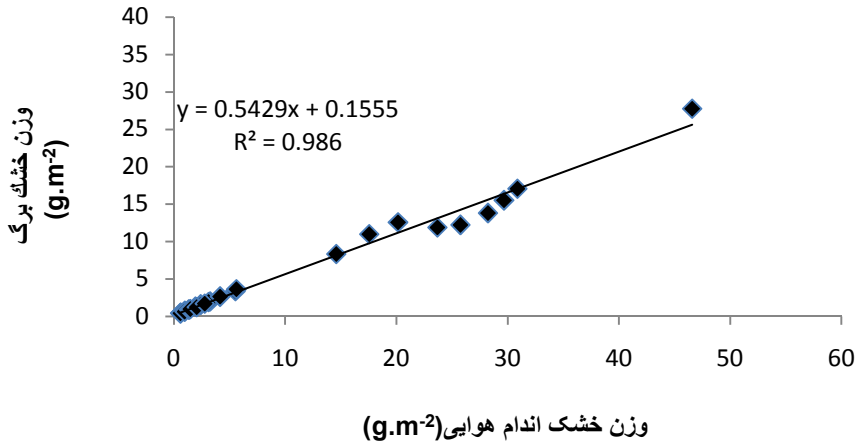
شکل ۴-۲۷ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله غلاف‌بندی به بعد و استفاده از۶ تن ورمی‌کمپوست



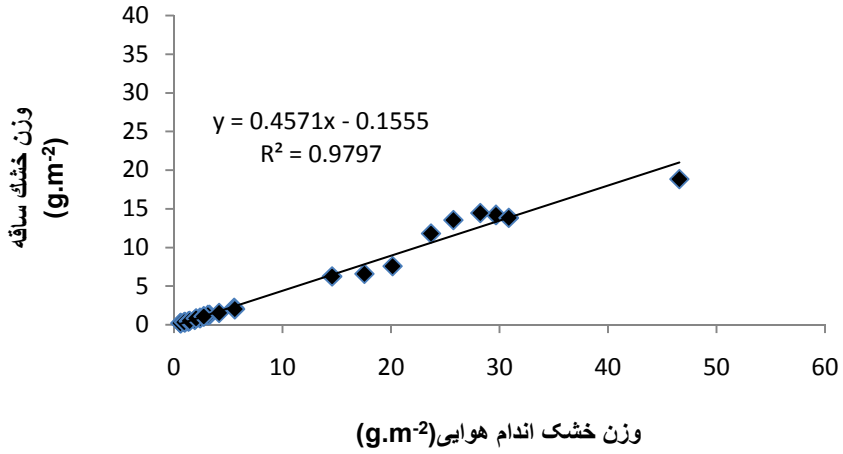
شکل ۴-۲۸ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله غلاف‌بندی به بعد و استفاده از۹ تن ورمی‌کمپوست



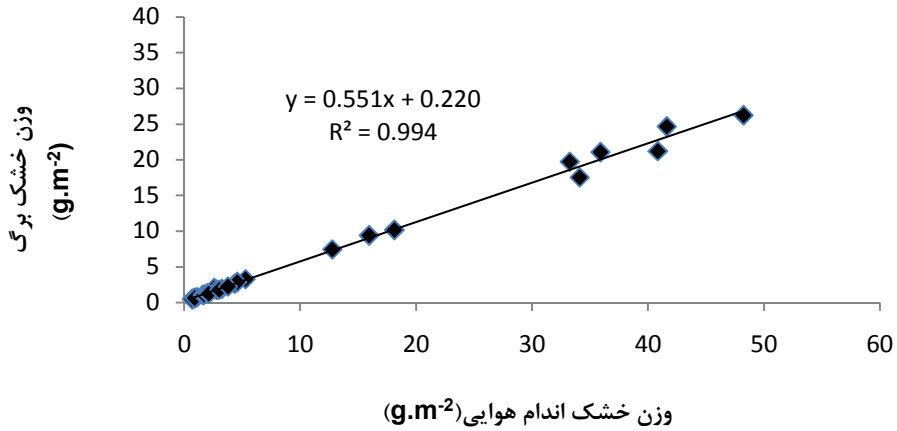
شکل ۴-۲۹ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله غلاف‌بندی به بعد و استفاده از۹ تن ورمی‌کمپوست



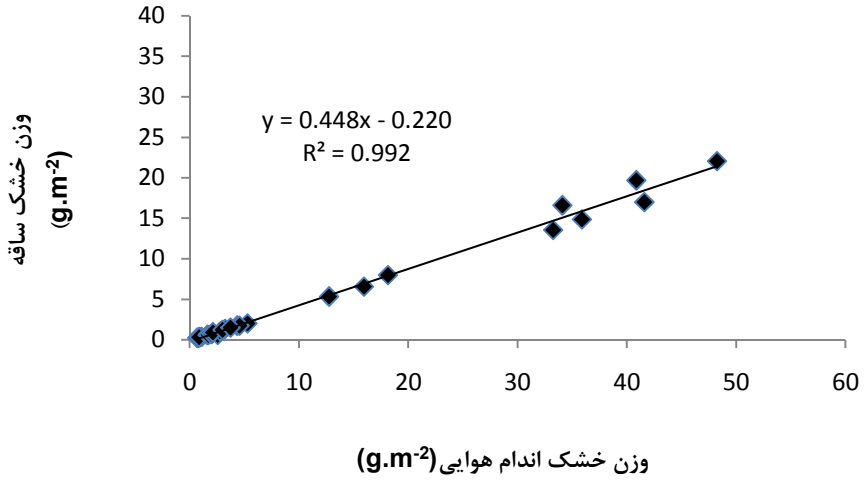
شکل ۴-۳۰ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست



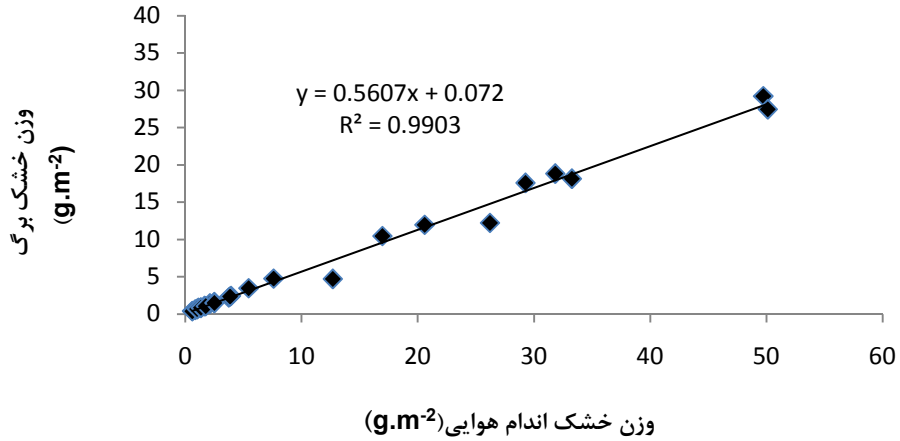
شکل ۴-۳۱ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست



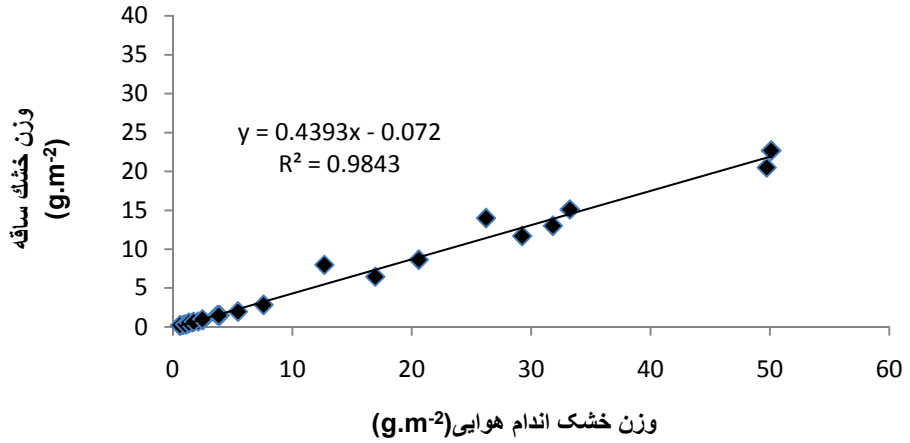
شکل ۴-۳۲ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد و استفاده از ۳تن ورمی‌کمپوست



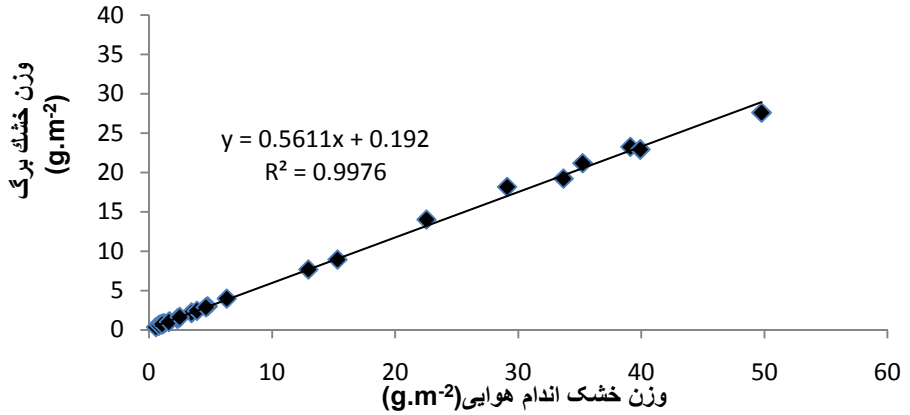
شکل ۴-۳۳ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد و استفاده از ۳تن ورمی‌کمپوست



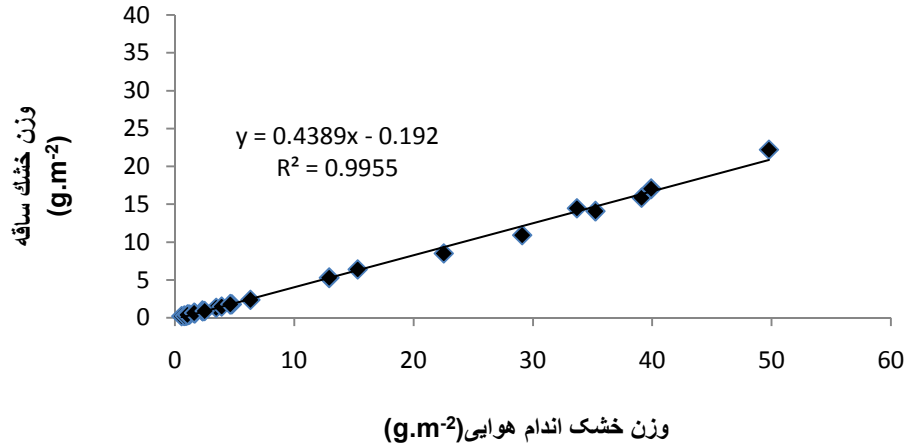
شکل ۴-۳۴ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد و استفاده از ۶ تن ورمی‌کمپوست



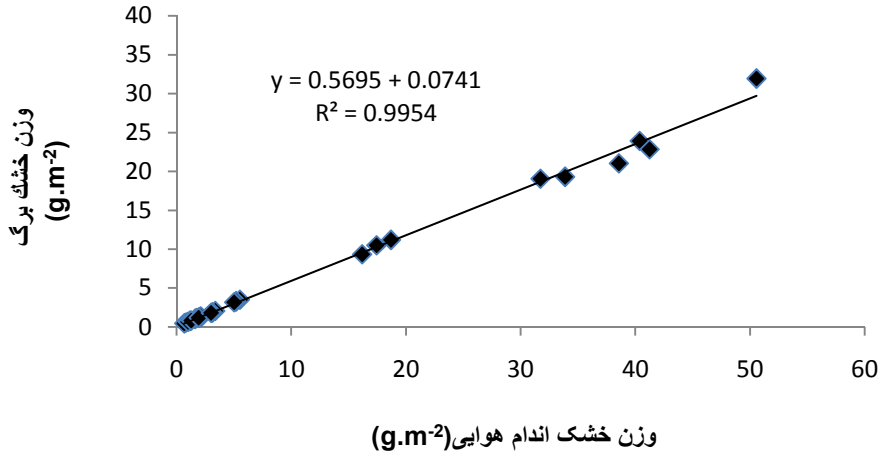
شکل ۴-۳۵ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد و استفاده از ۶ تن ورمی‌کمپوست



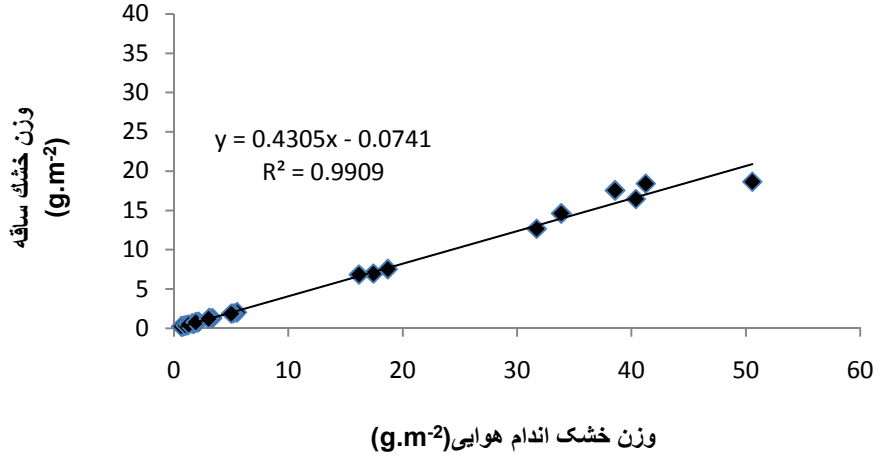
شکل ۴-۳۶ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد و استفاده از ۹تن ورمی‌کمپوست



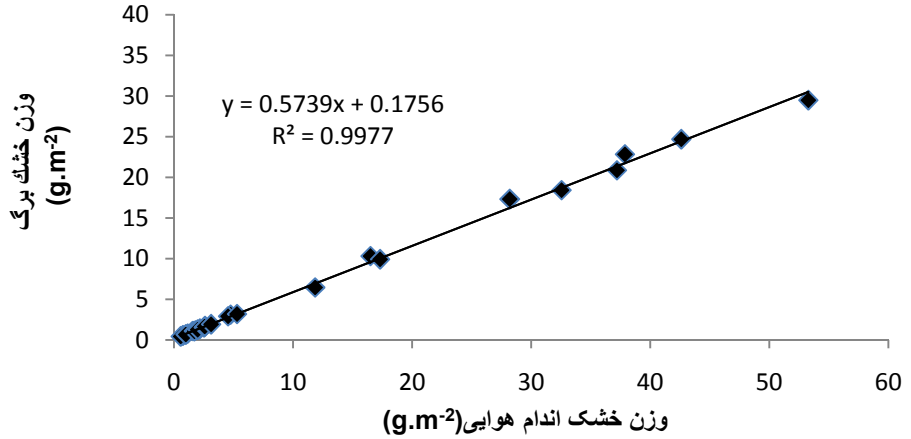
شکل ۴-۳۷ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط قطع آبیاری از مرحله پرشدن دانه به بعد و استفاده از ۹تن ورمی‌کمپوست



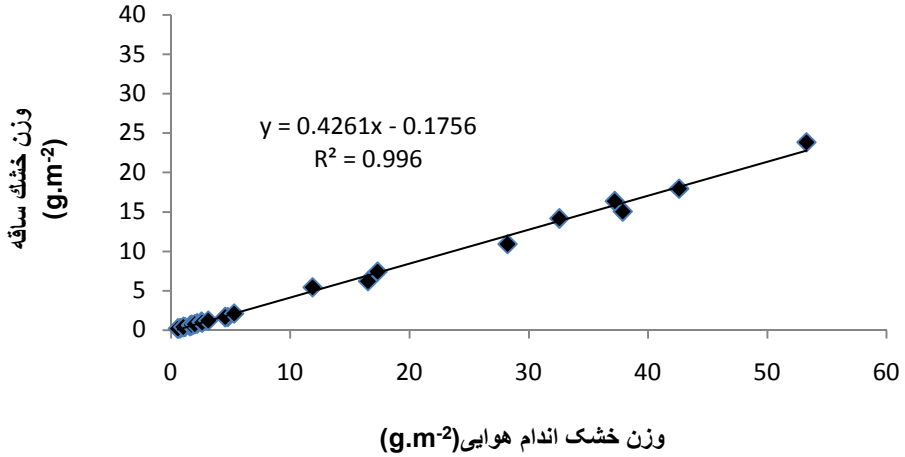
شکل ۴-۳۸ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط آبیاری کامل و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست



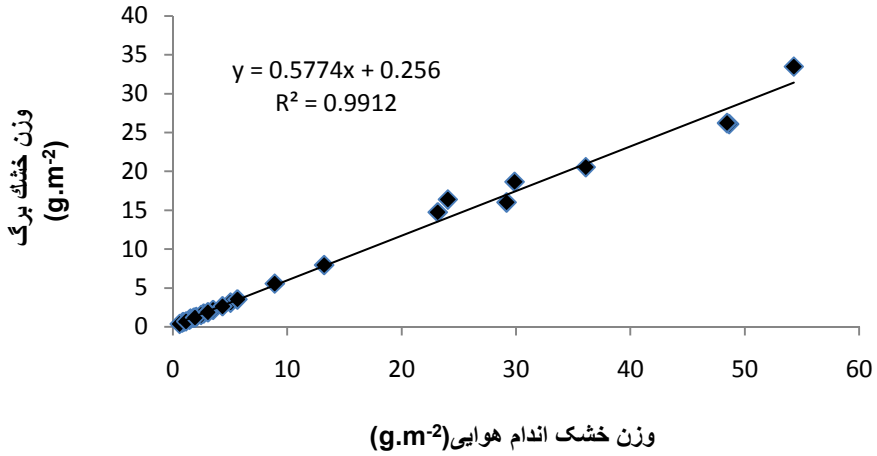
شکل ۴-۳۹ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط آبیاری کامل و عدم استفاده از ورمی‌کمپوست



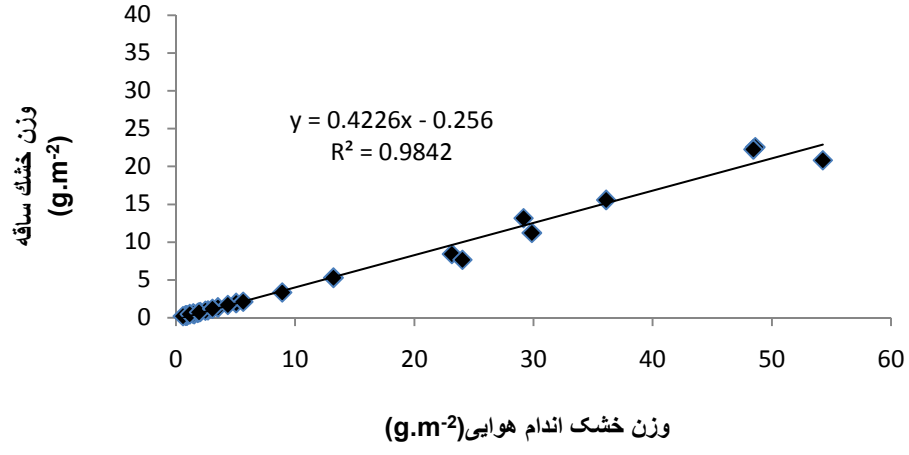
شکل ۴-۴۰ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط آبیاری کامل و استفاده از ۳تن ورمی‌کمپوست



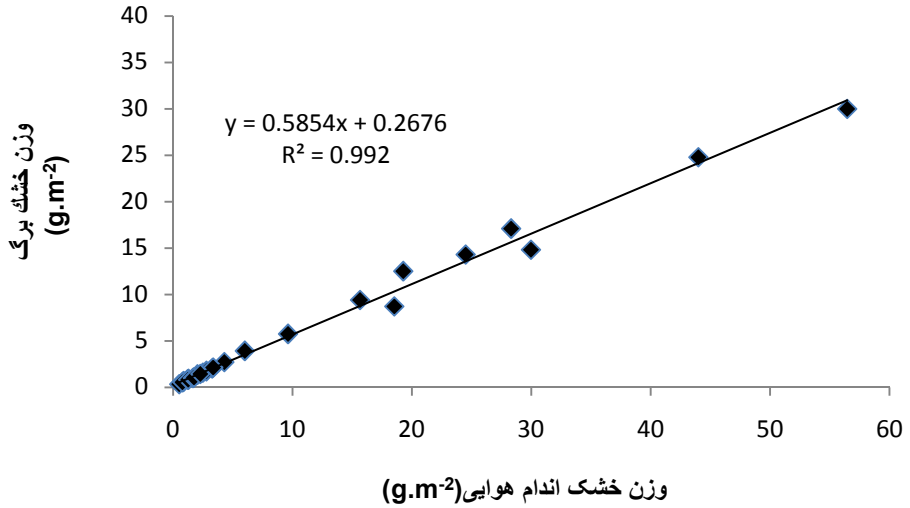
شکل ۴-۴۱ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط آبیاری کامل و استفاده از ۳تن ورمی‌کمپوست



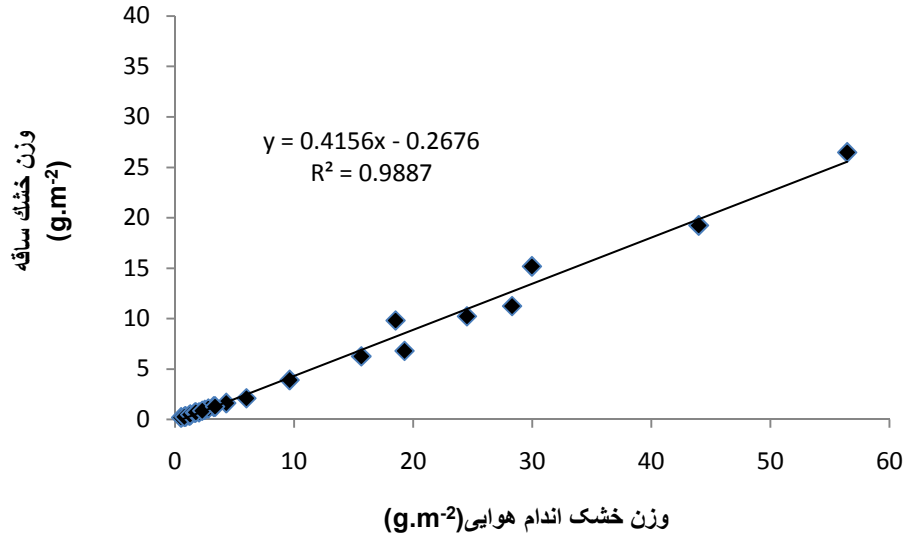
شکل ۴-۴۲ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط آبیاری کامل و استفاده از ۶تن ورمی‌کمپوست



شکل ۴-۴۳ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط آبیاری کامل و استفاده از ۶تن ورمی‌کمپوست



شکل ۴-۴۴ رابطه وزن خشک برگ و بیوماس گیاه روییده در شرایط آبیاری کامل و استفاده از ۹تن ورمی‌کمپوست

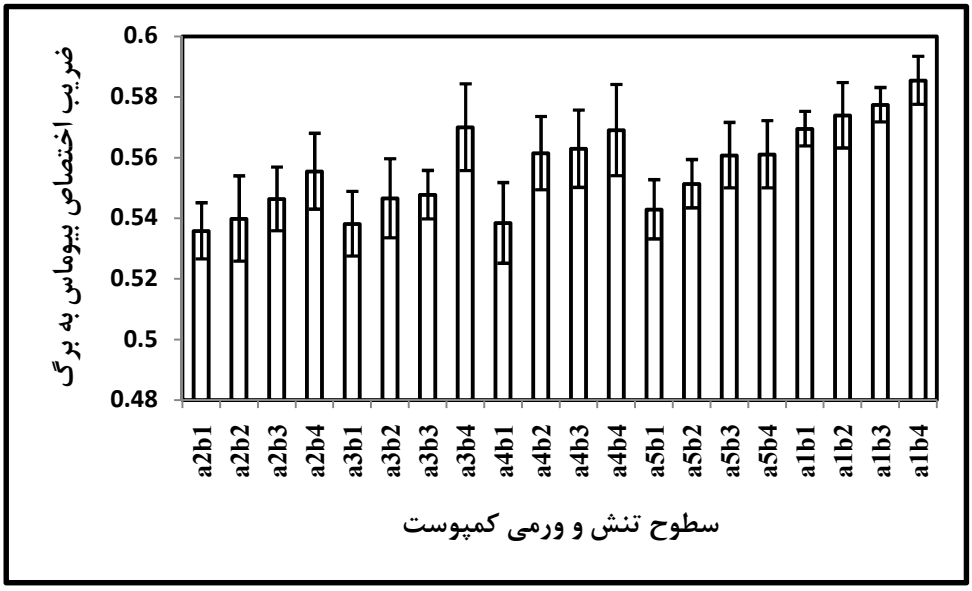


شکل ۴-۴۵ رابطه وزن خشک ساقه و بیوماس گیاه روییده در شرایط آبیاری کامل و استفاده از ۹تن ورمی‌کمپوست

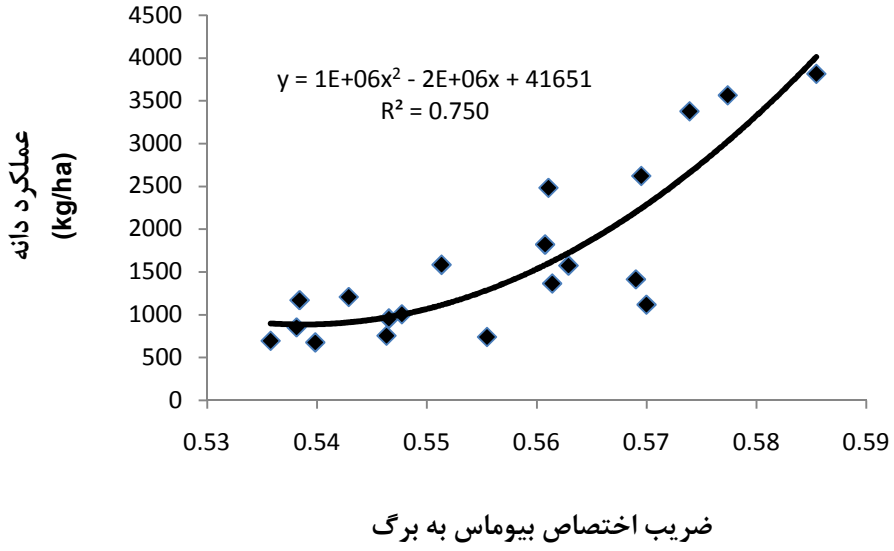
جدول ۴-۳۱کمیت ضریب تخصیص بیوماس تولیدی به ساقه و برگ و انحراف استاندارد آن برای سطوح مورد آزمایش ورمی‌کمپوست و تنش خشکی در نخود.

تنش خشکی	سطوح ورمی‌کمپوست (تن در هکتار)	برگ		ساقه	
		ضریب	خطای استاندارد	ضریب	خطای استاندارد
۱۰ برگی	۰	۰/۵۳۵۷۷	۰/۰۰۹۲۸	۰/۴۶۴۲۳	۰/۰۰۹۲۸
	۳	۰/۵۳۹۸۳	۰/۰۱۴۰۸	۰/۴۶۰۱۷	۰/۰۱۴۰۸
	۶	۰/۵۴۶۳۱	۰/۰۱۰۵۱	۰/۴۵۳۶۹	۰/۰۱۰۵۱
	۹	۰/۵۵۵۴۶	۰/۰۱۲۵۲	۰/۴۴۴۵۴	۰/۰۱۲۵۲
گلدهی	۰	۰/۵۳۸۱۲	۰/۰۱۰۶۹	۰/۴۶۱۸۸	۰/۰۱۰۶۹
	۳	۰/۵۴۶۵۳	۰/۰۱۳۰۴	۰/۴۵۳۴۷	۰/۰۱۳۰۴
	۶	۰/۵۴۷۱۱	۰/۰۰۸۰۲	۰/۴۵۲۸۹	۰/۰۰۸۰۲
	۹	۰/۵۶۹۹۸	۰/۰۱۴۳۳	۰/۴۳۰۰۲	۰/۰۱۴۳۳
غلاف بندی	۰	۰/۵۳۸۴۰	۰/۰۱۳۳۰	۰/۴۶۱۶۰	۰/۰۱۳۳۰
	۳	۰/۵۶۱۴۰	۰/۰۱۲۱۰	۰/۴۳۸۶۰	۰/۰۱۲۱۰
	۶	۰/۵۶۲۸۸	۰/۰۱۲۷۵	۰/۴۳۷۱۲	۰/۰۱۲۷۵
	۹	۰/۵۶۹۰۲	۰/۰۱۵۰۲	۰/۴۳۰۹۸	۰/۰۱۵۰۲

تنش خشکی	سطوح ورمی‌کمپوست (تن در هکتار)	برگ		ساقه	
		ضریب	خطای استاندارد	ضریب	خطای استاندارد
پرشدن دانه	۰	۰/۵۴۲۸۷	۰/۰۰۹۷۸	۰/۴۵۷۱۳	۰/۰۰۹۷۸
	۳	۰/۵۵۱۳۳	۰/۰۰۷۹۹	۰/۴۴۸۶۷	۰/۰۰۷۹۹
	۶	۰/۵۶۰۷۵	۰/۰۱۰۵۸	۰/۴۳۹۲۵	۰/۰۱۰۵۸
	۹	۰/۵۶۱۰۶	۰/۰۱۱۰۸	۰/۴۳۸۹۴	۰/۰۱۱۰۸
شاهد	۰	۰/۵۶۹۵۱	۰/۰۰۵۴۵	۰/۴۳۰۴۹	۰/۰۰۵۴۵
	۳	۰/۵۷۳۹۰	۰/۰۱۰۸۰	۰/۴۲۶۱۰	۰/۰۱۰۸۰
	۶	۰/۵۷۷۳۸	۰/۰۰۵۶۹	۰/۴۲۲۶۲	۰/۰۰۵۶۹
	۹	۰/۵۸۵۴۴	۰/۰۰۷۹۳	۰/۴۱۴۵۶	۰/۰۰۷۹۳



شکل ۴-۴۶ ضریب اختصاص بیوماس به برگ، a5, a4, a3, a2, a1 به ترتیب معادل شاهد و تنش در مراحل، ۱۰برگی، گلدهی، غلاف‌بندی و پرشدن دانه است و b4, b3, b2, b1 به ترتیب معادل مقادیر ۰، ۳، ۶ و ۹ تن درهکتار ورمی‌کمپوست است. خطوط بار نشان دهنده خطای استاندارد است



شکل ۴-۴۷ رابطه بین عملکرد دانه و ضریب اختصاص بیوماس به برگ(پر برگی گیاه)

۴-۱۲- جمع بندی نتایج

این بررسی نشان داد که:

۱- عملکرد و اجزای عملکرد نخود به طور معنی‌داری تحت تاثیر تنش خشکی و ورمی‌کمپوست قرار می‌گیرند.

۲- ورمی‌کمپوست با تقلیل اثرات خشکی می‌تواند اجزای عملکرد را به طور مثبت تحت تاثیر قرار داده و عملکرد دانه را بیشتر نماید.

۳- معمولا در ایران، نخود بیشتر در اواخر دوره رشد تحت تاثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد. در این بررسی تاثیر مثبت۳، ۶ و ۹ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بر عملکرد دانه در شرایط قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه به بعد به ترتیب برابر با ۳۱، ۵۱ و ۱۰۶ درصد بود.

۴- درشرایط فاقد تنش خشکی نیز ورمی‌کمپوست عملکرد دانه نخود را افزایش داد. این افزایش برابر با ۲۹، ۳۶ و ۴۵ درصد به ترتیب برای سطوح فوق الذکر ورمی‌کمپوست بود.

لازم به ذکر است که استفاده از ورمی‌کمپوست نسبت به کودهای معدنی هزینه بیشتری را در پی دارد. اما اثرات درازمدت آن بر خصوصیات خاک، تامین عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف و حفظ خواص بیولوژی خاک می تواند کاهش سود حاصله را جبران نموده و استفاده متوالی و بهینه از زمین های کشاورزی را ممکن سازد. در نهایت می توان چنین گفت که علاوه بر افزایش در عملکرد نخود، استفاده ازاین کود آلی به دلیل کاهش آلودگی های زیست محیطی می تواند نقش به‌سزایی را در جهت نیل به اهداف کشاورزی پایدار ایفا کند.

پیشنهادات

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

۱- استفاده از ترکیب ورمی‌کمپوست و باکتری‌های تثبیت کننده ازت.
۲- استفاده از ترکیب ورمی‌کمپوست و باکتری‌های حل‌کننده فسفات.
۳- مصرف ورمی‌کمپوست در زمان‌های مختلف از جمله ۳و ۶ ماه قبل از کشت محصول.
۴- این تحقیق در چندین سال متوالی انجام گیرد که با توجه به شرایط آب و هوایی متفاوت در این سال‌ها بتوان قضاوت بهتری نمود.

آستارایی، ع. ۱۳۸۵. تاثیر کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست بر اجزای عملکرد وعملکرد اسفرزه. فصلنامهٔ علمی پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران جلد ۲۲ شماره۳، صفحات ۱۸۰-۱۸۷.

اسکندری، م. و آستارایی، ع. ۱۳۸۶. تاثیر مواد آلی مختلف بر خصوصیات رشدی و وزن کل زیست توده و دانه نخود. مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد۵، شماره ۱.

امام، ی. ۱۳۷۴. فیزیولوژی تولیدات گیاهی زراعی گرمسیری. انتشارات دانشگاه شیراز. شیراز. ایران.

امام، ی. و تدین، م. ر. ۱۳۸۶. اثر آبیاری تکمیلی و فراهمی آب بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی از صفات فیژولوژیک دو رقم گندم دیم. مجله علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۱، شماره ۴۲: ۱۵۸-۱۴۵.

امام، ی.و رنجبر، غ.۱۳۷۹. تاثیر تراکم بوته وتنش خشکی در مرحله رشد رویشی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارآیی استفاده از آب درذرت دانه‌ای. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۲. صفحه ۶۲-۵۱.

امام، ی. زواره، م. ۱۳۸۴. تحمل خشکی در گیاهان عالی (تحلیل‌های ژنتیکی، فیژولوژیکی و زیست شناختی ملکولی). مرکز نشر دانشگاهی. ۱۸۶ صفحه.

امام، ی. و نیک‌نژاد، م.۱۳۸۳.مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. چاپ دوم. شیراز. انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۱ صفحه.

امیری ده‌احمدی، ر. پارسا، م. و گنجعلی، ع. ۱۳۸۹.تاثیر تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژی بر خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد نخود(*Cicer arietinum*) در شرایط گلخانه. مجله پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۸. شماره ۲.

باقری، ع. نظامی، ا .و سلطانی .م.۱۳۷۹. اصلاح حبوبات سرما دوست برای تحمل به تنش ها.انتشارات سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی ، تهران.

بوردی، ا. و ملکوتی، م ج.۱۳۸۶. بررسی تاثیر منابع مختلف کودی آلی(کود دامی، کمپوست و ورمی‌کمپوست) بر کمیت وکیفیت پیاز قرمز در دومنطقه بناب و خسروشهر. مجله علوم خاک و آب جلد ۲۱ شماره ۱.

پارسا، م. و باقری،ع. ۱۳۸۷. حبوبات انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

چائی‌چی، م. رستم‌زاده، م. اسمعیلان،ک س.۱۳۸۲. بررسی لاین‌های نخود سیاه به تنش خشکی تحت شرایط رژیم‌های مختلف آبیاری. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال دهم شماره۴.

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

درزی، م ت. قلاوند، ا. رجالی، ف. ۱۳۸۷. بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه، درگیاه دارویی رازیانه مجله علوم زراعی ایران جلد دهم، شماره ۱.

رضائیان زاده، ا .۱۳۸۷. پایان نامه کارشناسی ارشد تاثیر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد و شاخص های رشد سه رقم نخود (*Cicer arietinum L.*). دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

رضوانی مقدم، پ. ثمرجان، ر.۱۳۸۷. بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت و رژیم‌های مختلف آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد نخود رقم ILC ۳۲۷۹ در شرایط آب هوایی نیشابور. مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۶، شماره ۲.

راعی، ی. دمقصی، ن. سیدشریفی، ر.۱۳۸۶. اثر سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته و اجزای آن در نخود نوع دسی رقم کاکا. مجله علوم زراعی ایران جلد نهم، شماره۴.

شیربندی، س. گلعذانی، ق. گلچین، ک احمد. صبا، جلال.۱۳۸۶. تاثیر محدودیت آب بر رشد و عملکرد سه رقم نخود در زنجان مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی جلد چهاردهم شماره دوم، ۱۳۸۶.

صباغ پور، س ح. کومار، ج. رائو، و. ۱۳۸۵. بررسی توارث تعداد غلاف در ساقه گل و تاثیر آن بر سایر صفات در گیاه نخود. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی جلد ۱۳، شماره ۳.

طلیعی، ع ا. صیادیان، ک.۱۳۷۹. تاثیر آبیاری تکمیلی و تعیین نیاز غذایی در زراعت نخود دیم. مجله علوم زراعی ایران، جلد ۲، شماره ۳.

عزیزی، م. رضوانی، ف. حسن زاده، م. لکزیان، ا. و نعمتی، ح .۱۳۸۷. تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک ومیزان اسانس بابونه آلمانی (*Matricaria recutita*) رقم Goral. فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران جلد ۲۴،شمارهٔ ۱، صفحات۹۳-۸۲.

علیخانی، ح. و ثواقبی، غ. ۱۳۸۵. تولید ورمی‌کمپوست برای کشاورزی پایدار. سازمان اتشارات جهاد دانشگاهی تهران.

کوچکی، ع. و بنایان، م. ۱۳۷۲. زراعت حبوبات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۶۳ صفحه.

کوچکی، ع. و خواجه حسینی، م. ۱۳۸۷. زراعت نوین انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۷۰۳ صفحه.

کافی، م. مهدوی دامغانی، ع.۱۳۷۹. مکانیسم‌های مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی، انتشارات دانشگاه مشهد، صفحات۴۰-۳۹.

گلدانی،م. رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۴ .اثر تنش خشکی و تاریخ کاشت بر عملکرد ارقام دیم وآبی نخود در مشهد. مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد ۲، شماره ۲.

گنجعلی، ع.۱۳۸۴. رساله دکتری. بررسی جنبه‌های فیزیومورفولوژیک مقاومت به خشکی در ژنوتیپ‌های نخود. رشته فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

فربودنیا، ط. ۱۳۷۴ بررسی اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی رشد و برخی از تغییرات بیوشیمیایی ناشی از تنش در دو لاین نخود ایرانی پایان‌نامه کارشناسی ارشد زیست‌شناسی- علوم گیاهی. دانشگاه تربیت معلم تهران.۱۲۵.صفحه.

فیاض، ف. طالبی، ر. ۱۳۸۸. تعیین روابط میان عملکرد و برخی از اجزای عملکرد نخود زراعی با استفاد از تجزیه علیت. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۷، شماره ۱.

محبوب خمامی، ع. ۱۳۸۷. اثر نوع و مقدار ورمی کمپوست در بستر کشت گلدانی بر رشد فیکوس بنجامین ابلق مجله نهال بذز جلد ۲۴ شماره ۲.

نخجوانی مقدم، م م. و قهرمان، ب.۱۳۸۳. بررسی اثر تنش آبی بر روی تبخیر- تعرق و شاخص‌های تولید گیاه گندم زمستانه. علوم صنایع کشاورزی. جلد ۱۸. صفحه:۱۴۸-۱۳۹.

Alam, M.N., Jahan, M.S., Ali, M.K., Islam, S., and 4S.M.A.T. 2007 KhandakerEffect of Vermicompost and NPKS Fertilizers on Growth,Yield and Yield Components of Red AmaranthAustralian Journal of Basic and Applied Sciences, 1(4): 706-716.

Alam, M.N., Jahan, M.S., Ali, M.K., Ashraf, A., and Islam, 1M.K. 2007 Effect of Vermicompost and Chemical Fertilizers on Growth, Yield and Yield Components of Potato in Barind Soils of Bangladesh Journal of Applied Sciences Research, 3(12): 1879-1888.

Ansari, A.A., 2008. Effect of Vermicompost on the Productivity of Potato (*Solanum tuberosum*),Spinach (*Spinacia oleracea*) and Turnip (*Brassica campestris*) World Journal of Agricultural Sciences 4 (3): 333-336.

Ansari, A.A., 2008. Effect of Vermicompost on the Productivity Spinach (*Spinacia oleracea*), Onion (*Allium cepa*) and Potato (*Solanum tuberosum*) World Journal of Agricultural Sciences 4 (5): 554-557.

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

Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C. and Matzger, I.D. 2005. Effect of vermicompost produced from cattle manure food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. Pedobiologia 49(4):279-306

Arguello, J.A., ledesma, A., nuhez, S.B., Rdriyuez,C.H.and Goldfarb.M.D.D.2006. vermicompost effects on buldings dynamics, nonstructural carbohydrate content, yield, and quality of Rosado Paraguayan garlic bulbs hort science: 41(3):589-592.

Atiyeh, R.M., Lee, S.S., Edwards, C.A., Arancon, N.Q., Metzger, J., 2002. The influence of humic acid derived from earthworm-processed organic waste on plant growth. Bioresource Technology 84, 7–14.

Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards., C.A. and Metzger, J.1999.Growth of tomato plants in horticultural potting media amended with vermicompost. pedobio. 43(6):724-728.

Aveyard, J. 1988. Land degradation: Changing attitudes - why? Journal of Soil Conservation, New South Wales 44,46–51.

Auld, D.L., Bettis, B.L., Crock, J.E., and Kephart, K.D. 1988. Planting date and temperature effects ongermination, emergence, and seed yield of chickpea . Agron. J. 80:909-914.

Azarmi, R., Mousa, T.G., and Rahim, D., Taleshmikail. 2008. Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field African Journal of Biotechnology Vol. 7 (14), pp. 2397-2401.

Baker, R.J.1994. Breeding methods and selection indices for improved tolerance to biotic stresses in cool- season food legumes. Euphytica 73: 67-72.

Benjamini, L. (1981). Effect of branching on gram production in an unirrgated chickpea field, Hassadeh 61:1266-1267.

Clark, R.B.1981. Effects of light and water stress on minral element composition of palant. Journal of plant Nutrition, 3:835-885.

Desai, V.R., Sabale, R.N., and Raundal, P.V. 1999. Integrated nitrogen management in wheat-coriander croppingsystem. Journal of Maharasthra Agricultural Universities 24(3):273–275.

Devi D, Agarwal SK and Dayal D. 1998. Response of sunflower [*Helianthus annuus* (L.)] to organic manures and fertilizers. Indian Journal of Agronomy 43(3):469–473.

Dickerson, G. W. 1999. Vermicomposting. www.cahe Nmus/edu.

Doss, B.D., pearson, r., wand Hoard, T.R.1994. Effect of soil water stress at various growth stages on soybean yield Agron J. 66: 279-299

Edwards, C.A., Burrows, I., 1988. The potential of earthworm compost as plant growth media. In: Edwards, C.A., Nauhauser, A. (Eds.), Earthworm in Environmental and Waste Management. Springer, The Netherlands, pp. 211–220.

Emam, Y., and Karimi, H.R.,1996. Influence of chlormequat chloride on five winter barley cultivar Iran agric. Res 15:75-83.

F.A.O.2004.http://www.FAOSTAT.htm.

Fernandez , F. Reyes,v. Martinez, C. Salomon, C. Yanez, J. Ceballos, J.M. Dendooven, L.2010. Effect of different nitrogen sources on plant characteristics and yield of common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) Bioresource Technology 101 (2010) 396–403.

Gandhi, M., Sangwan, V., Kapoor, K.K. and Dilbaghi, N. 1997. Composting of household wastes with and without earthworms. Environment and Ecology 15(2):432–434.

Ghassemi-Golezani, K., Dalil, B., Muhammadi-Nasab, A.D., and Zehtab-Salmasi, S. 2008. The Response Of Chickpea Cultivars To Field Water Deficit. Not. Bot. Hort. Agrobot. 36: 25-28.

Guler, M., Adak, M.S., and Ulukan, H. 2001. Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum L.*). Eur. J. Argon. 14: 161-166.

Gupta, A.S. and Brkowitz, G.A. 1988. Chloroplast osmotic adjustment and water stress effects on photosynthesis. Plant physiology,88:200-206.

Harris, G.D., platt., W.L., price, B. C.1990.vermicomposting in raral community Biocycle. 31 No. 1:pp:48-51.

Hoitink, H.A., Fahy, P., 1986. Basis for the control of soil borne plant pathogen with composts. Annual Review of Phytopathology 24, 93–114.

Islam, M.Q., Kavl, A.K. and Begum, K.L.(1982). Phenotypic variability and correlation studies in iaigenous chickpea on, bengludesh.J. Agr. Res 7:1-5.

Jadhav, AD., Talashilkar, S.C. and Pawar, A.G. 1997. Influence of the conjunctive use of FYM, vermicompost and urea on growth and nutrient uptake in rice. Journal of Maharashtra Agricultural Universities 22(2):249–250.

Jalota, S.K., Anil Sood., Harman, W.L.2006. Assessing the response of chickpea(Cicer aeritinum L.) yield to irrigation water on two soils in Punjab (India): A simulation analysis using the CROPMAN model. Agricultural Water Management 79 :312–320.

Jambhekar, H.A. 1990. Effect of vermicompost as a biofertilizer on grape vine. VIIIth Southern regional conference on Microbial Inoculants, pune .

Jeyabal, A., and Kupposwamy, G., 2001. Recycling of organic wastes for the production of vermecompost and it's response in rice-legume cropping system and soil fertility. European Journal of Agronomy, 15: 153-170.

Johnston, A.M., Janzen, H.H., Smith, E.G., 1995. Long-term spring wheat response to summer fallow frequency and organic amendment in southern Alberta. Canadian Journal of Plant Science 75 (2), 347–354.

Johansen, C., Saxena, N.P., and Chauhan, Y.S. 1989. Drought resistance characteristics for crops. In: Proc. Of international workshop on varietal improvement of chickpea. Pigeonpea and other upland crops in rice in rice-based and other cropping system, 19-23, Katmandu, Nepal.

Johansen, C., Saxena, N. P., and sethi, S. C. 1994. Genotypic analysis components of crested grown under line-source sprinklers in a tropical environment. Field crops research, 37:103-112.

Kale, R. D., Mallesh, B.C., bano K.and Bagyaraj, D.J. 1992. Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial populations in a paddy Field.soil Biol.Bio-Chem.24(12):1317-1320.

Karmegam, N., and Daniel, T., 2000. Effect of biodigested slurry and vermicompost on the growth and yield of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.)]. Environment and Ecology 18(2):367–370.

Krishnamoorthy, R.V., Vajrabhiah, S.N., 1986. Biological activity of earthworm casts: an ssessment of plant growth promoter levels in casts. Proceedings of the Indian Academy of Sciences (Animal Science) 95, 341–351.

Levit, J.1980. Response of plants to Environmental Stresses second edition Academic press, Newyork, sanfransisco, London.

Maheswarappa, H.P. Nanjappa, H.V. and Hegde, M.R. 1999. Influence of organic manures on yield of arrowroot, soil physico-chemical and biological properties when grown as intercrop in coconut garden. Annals of Agricultural Research 20(3):318–323.

Mamo, M., Rosen, C.J., Halbach, T.R., and Moncrief, J.F., 1998. Corn yield and nitrogen uptake in sandy soils amended with municipal solid waste compost. Journal of production Agriculture, 11: 469-475.

Marinari. S., Masciandaro, G., Ceccanti, B., and Grego, S. 2000. Influence of organic and mineral fertilisers on soilbiological and physical properties. Bioresource Technology 72(1):9–17.

Masciandaro, G.B., Ceccanti. 1997. Soila agro-ecological Management: fert irrigation and vermicompost treatments. Bioresource Technology. 59(2-3): 199-206.

Mitchell, A., and Edwards, C.A. 1997. The production of vermicompost using *Eisenia fetida* from cattle manure.Soil Biology and Biochemistry 29:3–4.

Miller, P.R., McConkey, G., Clayton, G.W., Brandt, S.A., Staricka, A.J., Johnston, A.M., Layfond, G.P., Schatz, B.G., Baltensperger, L.D., and Neill, K.E. 2002.Pulse crop adaptation in the northern Great Plains. Agron J. 94: 261-272.

Mohammadi, GH., Ghasemi Golezani, K., Javanshir, A., and Moghaddam, M. 2006. The Influence of Water Limitation on the Yield of Three Chickpea Cultivars. J Sci & Technol. Agric. & Natur. Resour. 10: 109-120. Isf. Univ.Technol., Isf, Iran.

Narender, P., Malik, T.P., Mangal, J.2001.effect of FYM and vermicompost on potato program supplement. Horticulture Art and Science for life XXVI the International Horticultural congress. Toronto. Canada.

Nayyar, H., Singh, S., Kaur, S., Kumar, S., and Upadhyaya, H.D. 2006. Differential sensitivity of macrocarpa and microcarpa types of chickpea (*Cicerarietinum* L.) to water stress: association of contrasting stress response with oxidative injury. J. Integ Plant Biol. 48: 1318-1329.

Nethra, N.N., Jayaprasad, K.V., and Kale, R.D., 1999. China aster [*Callistephus chinensis* (L)] cultivation using vermicompost as organic amendment. Crop Research, Hisar 17(2): 209–215.

Orozco, F.H., Cegarra, J., Trujillo, L.M., Roig, A., 1996. Vermicomposting of coffee pulpusing the earthworm Eisenia fetida: effect on C and N contents and the availability of nutrients. Biology and Fertility of Soils 22, 162–166.

Ozorse Hampton, M.P., and. Obreza, T.A., 1998.Composted waste use on florida craps.A. Review. International composting symposium, Nova scotia.

Parmelee, R.W. Bohlen, P.J. and Blair, J.M. 1998. Earthworms and nutrient cycling processes: intergrating across the ecological hierarchy. Pages 123–143 *in* Earthworm Ecology (Edwards CA, ed.). New York, USA: St Lucie Press.

Patil, S.L., and Sheelavantar, M.N. 2000. Effect of moisture conservation practices, organic sources and nitrogen levels on yield, water use and root development of rabi sorghum [*Sorghum bicolor* (L.)] in the vertisols of semiarid tropics. Annals of Agricultural Research 21(21):32–36.

Ranganathan, L.S., and Parthasarathi, K., 2000. Enhanced phosphatase activity in earthworm casts is more of microbial origin. Current Science 79: 1158–1159.

Ranj, A., Sandnu, T.S. and Bhular, B.S.(1980). Protein and amino acid association with yield and its component in gram, Indian. J. Gene. Pl. breeding 40:420-423.

Rastin, S.N., 2001**.** Biofertilizers and their role in order to reach to sustainable agriculture. A compilation ofpapers of necessity for the production of biofertilizers in Iran. 1-54 pp.

Rao, R. K., 1994. Effect of vermicopost on soil properties and biomass production in maize. Thesis submitted to U. A. S., GKVK, Bangalore.

Reddy, R., Reddy, M.A.N., Reddy, Y.T.N., Reddy, N.S., Anjanappa, N., and Reddy, R., 1998. Effect of organic and inorganic sources of NPK on growth and yield of pea [*Pisum sativum*(L)]. Legume Research 21(1):57–60.

Russel, B.J.1990. The effect of earthworm on soil productiveness.J. Agricsci .(England): 3(11): 246-257.

Sabaghpour, S.H. 2003. Mechanism of drought tolerance in crops. Agricultural Aridity and Drought Scientific and Extension Quarterly of Jahad Agric. PP. 21-32.

Sahni, S., Sarma, B.K., Singh, D.P., Singh, K.P. 2008. SinghVermicompost enhances performance of plant growth-promotingrhizobacteria in Cicer arietinum rhizosphere against Sclerotium rolfsiiCrop Protection 27 369–376.

Sekhon, H.S., and Singh, G. 2007. Irrigation management in chickpea. PP. 246-267. In: Chickpea Breeding and Management (ed. S.S. Yadav). CAB International.

Sharma, A. K., 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India. 407 pp.

Shinde, P. H., Naik, R.L., Nazikar, R.B., Kadam, S.C., and khaire, V.M. 1992. evaluation of vermicompost. Proc. Of national seminar on organic farming held at Colleg of agriculture, Pune form April, 18-19,1992, pp.54-55

Shi-wei, Z., Fu-zhen, H., 1991. The nitrogen uptake efficiency from N labeled chemical fertilizer in the presence of earthworm manure. In: Veersh, G.K., Rajgopal, D., Viraktamath, C.A. (Eds.), Advances in Management and Conservation of Soil Fauna. Oxford and IBH publishing Co., New Delhi,Bombay, pp. 539–542.

Silim, S.N., Saxena, M.C., and Erskine, W. 1993. Adaptation of lentil to the Mediterranean environment. C. Factors affecting yield under drought conditions. Exp. Agric. 29:9-19.

Singh, K.B.1997.chickpea (*cicer arietinum*).Field Crop.Res.53:161-170.

Singh, R., Gupta, R.K.,. Patil, R.T., Sharma. R.R., Asrey, R., Kumar, A., Jangra, K.K., .2010.Sequential foliar application of vermicompost leachates improves marketable fruit yield and quality of strawberry (Fragaria ananassa Duch.) Scientia Horticulturae 124 34–39.

Sreenivas, C., Muralidhar, S., and Rao, M.S., 2000. Vermicompost, a viable component of IPNSS in nitrogen nutrition of ridge gourd. Annals of Agricultural Research 21(1):108–113.

Subler, S. Edwards, C. A. and Metzger, J. 1998. Comparing vermicomposts and composts. BioCycle 39: 63–66.

Sumner, M.E., 2000. Beneficial use of effluents, wastes, and biosolids. Communication in Soil and Plant Analyses, 31: 1701- 1715.

Szczech, M. Rondomanski, W. Brzeski, MW. Smolinska, U. and Kotowski, J. 1993. Suppressive effect of commercial earthworm compost on some root infecting pathogens of cabbage and tomato. Biological Agriculture and Horticulture 10(1): 47–52.

Thorn, G.N.,1998. Physiological aspects of grain yield in cereals.PP.88-105

Tomar, R.K.S., Raghu.1994.response of chickpea to phosphorus and rhizobium inoculation under rainfed condition. J. pulses-RES,7:1, 38-40

Tomati, O., Galli, E., Grappelli, A., and dilena, G. 1990. Effect of vermicompost on protein synthesis in radish(Raphanus sativum) and lettuce(lactuga sativa) seedlings. Biol.Fert. Soils. 9:1-2.

Udin, M.J., Hamid, M.A., Rahman, A.R.M.(1990).Vaiability correlation and plant analysis in chickpea, bengladesh. J. pla. Breeding and genet 3:51-55.

Vieira, R.D., Tekrony, D.M., and Egli, D.B. 1991. Effect of drought stress on soybean seed germination and vigor. Seed Sci Technol. 15:12-21.

Warman, P.R., AngLopez, M.J. 2010. Vermicompost derived from different feedstocks as a plant growth medium Bioresource Technology.

Wolkowski, R.P., 2003.Nitrogen management considerations for land spreading municipal solid waste compost. Journal of Environmental Quality, 32:1844-1850.

Abstract:

In recent decades, application of chemical inputs in agricultural lands has caused the environmental problems including pollution of water resources, loss of quality of agricultural products and decrease in soil fertility. On the other hand, the water shortage is prevailed across the world. These factors highlight the necessity of studying their interactions. A field experiment was conducted at the Research Farm of Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran on May 14th, 2009 to study the interactive effects of vermicompost and drought on chickpea CV Bivanij. Split plot arrangement of 4 vermicompost amounts [0 (control), 3, 6 and 9 ton ha^{-1}] and 5 drought stress durations [full irrigation (control), stress (no irrigation) from 10 leaves stage, flowering, pod initiation and grain filling to maturity] were the treatments. The experimental design was a randomized complete block design with three replications per treatment. The results indicated that the interactive effects of factors on grain yield, biological yield and some yield components such as number of branches per plant, number of filled (fertilized) pods per plant and number of seeds per plant were significant. The positive effect of vermicompost on grain yield was significant at stress conditions occurring on grain filling to maturity period. The highest increase in grain yield was obtained by application of 9 ton ha^{-1} vermicompost. Actually, this level of vermicompost application could relief the decreasing effect of low-intensity drought stress on grain yield; so that the yield of plants treated with combination of 9 ton ha^{-1} vermicompost and water shortage during grain filling-maturity period tended to be statistically similar to that of control. It was found about 31, 51 and 106% increased grain yield by application of 3, 6 and 9 ton ha^{-1} vermicompost, respectively, for plants that were stressed during grain filling to maturity period. The yield gain for non stressed plants was 29, 36 and 45%, respectively.

Key words: Chickpea, drought stress, grain yield, vermicompost.

Shahrood University of Technology
Faculty of Agronomy Science
M.SC.Thesis

The interactive effects of vermicompost and drought stress on chickpea

Abdollah karamzadeh

Supervisor:
Dr.M.Gholipour
Dr.M.R.Amerian

Advisor:
Dr.A.Gholami
Dr.S.H.Sabaghpour

Jan 2011