تأثیر کمپوست ضایعات شهری همراه با آبیاری تکمیلی بر ویژگی‌های مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم

محمود رضا تدین* و علی جعفر قربانی‌نژاد[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۵)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر آبیاری تکمیلی و مقادیر مختلف کمپوست جامد شهری بر رشد و عملکرد دو رقم نخود تحت شرایط دیم، آزمایشی مزرعه‌ای در خرم آباد در سال ۸۸-۱۳۸۷ به اجرا درآمد. آزمایش به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. چهار سطح آبیاری به عنوان عامل اصلی شامل: شرایط دیم به عنوان شاهد، آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی، پرشدن دانه و گل‌دهی + پرشدن دانه، سه سطح کمپوست جامد شهری به عنوان عامل فرعی شامل: صفر، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار و دو رقم نخود گریت و فیلیپ به عنوان عامل فرعی فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد شاخه فرعی (۱۴/۰۸)، تعداد غلاف در بوته (۳۲/۳۷)، ارتفاع بوته (۳۷/۵۲ سانتی‌متر)، وزن هزار دانه (۲۸۲/۵ گرم)، عملکرد دانه (۱۴۷۵ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیک (۴۱۵۵ کیلوگرم در هکتار) از تیمار آبیاری تکمیلی در مراحل گلدهی + پر شدن دانه به دست آمد. رقم گریت در تیمارهای آبیاری تکمیلی عملکرد بیشتری داشته و در تمام مراحل بیشترین عملکرد دانه از تیمار ۱۵ تن کمپوست در هکتار به دست آمد. نتیجه‌گیری آزمایش این بود که کاربرد آبیاری تکمیلی به همراه ۱۵ تن در هکتار کمپوست جامد شهری و رقم مناسب می‌تواند منجر به عملکرد بیشتر ارقام نخود تحت شرایط دیم شود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری تکمیلی، دیم‌کاری، عملکرد دانه، کمپوست، نخود

۱. به ترتیب استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mrtadayon@yahoo.com

مقدمه

با افزایش جمعیت جهان که منجر به افزایش تقاضا برای غذا و کاهش قدرت حاصلخیزی خاک‌های زراعی گردیده استفاده از مواد زائد جامد به عنوان کود برای افزایش تولید گیاهان زراعی اهمیت بیشتری پیدا کرده است (۱۲). در صورت جمع‌آوری کلیه زباله‌های شهری ایران و تبدیل آن به کمپوست، سالانه حدود ۲/۵ میلیون تن کمپوست تولید خواهد شد که کمک قابل توجهی به افزایش مواد آلی خاک‌های زراعی می‌نماید (۱، ۶، ۷و ۱۱).

بر اساس تعریف، کمپوست به هر محصولی که تحت فرایند کمپوست شدن که همان به پایداری رسیدن ترکیبات آلی تحت شرایط هوازی است و باعث تولید حرارت بر اثر فعالیت ریزموجودات زنده می‌شود اطلاق می‌گردد. محصول تولیدی باید عاری از عوامل بیماری‌زا و بذر علف‌های هرز باشد (۱۸). با مصرف کمپوست و کودهای آلی، گیاه نخود قابلیت دسترسی بیشتری به کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار و فسفاته در مقایسه با کودهای شیمیایی صنعتی پیدا می‌کند (۱۸). کود کمپوست حاوی کلیه عناصر غذایی است که برای رشد گیاهان ضرورت دارد، در صورتی که کودهای شیمیایی معمولاً فقط از یک یا چند نوع ماده غذایی ترکیب یافته‌اند. به طور مثال، کود اوره فقط دارای ۴۶٪ نیتروژن بوده و فاقد هر گونه ماده غذایی دیگری است. کمپوست علاوه بر آن که منبع غذایی میکروارگانیسم‌های خاک می‌باشد، خود نیز حاوی مقدار زیادی از همین میکروارگانیسم‌های مفید است (۱۹، ۲۱ و ۲۵).

احمد و همکاران (۳) گزارش کردند که استفاده از کمپوست باعث افزایش رشد گیاه نخود با حمایت از رشد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن می‌شود و در نتیجه کمپوست در تشکیل گره‌های تثبیت کننده نیتروژن در روی ریشه مؤثر می‌باشد. همچنین برسون و همکاران (۴) تأثیر کمپوست زباله بر فرسایش خاک را مورد بررسی قرار دادند و پس از مطالعه مشاهده نمودند که کاربرد کمپوست تشکیل سله را در سطح خاک به تأخیر انداخته، از آسیب رسیدن به بستر بذر پیشگیری می‌کند و میزان هدررفت ناشی از رواناب را بین ۲/۵ تا ۹/۲ میلی‌متر کاهش می‌دهد. در پژوهش رجوی (۱۷) مشخص گردید که میزان عملکرد چغندرقند و گندم به طور معنی‌داری در تیمارهای حاوی کمپوست بیشتر بوده است. هم‌چنین علاوه بر میزان مواد آلی بالا در کود کمپوست، عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه نیز اکثراً در مقادیر زیادی وجود داشت (۲). در پژوهشی که با کاربرد کمپوست در کشت نخود صورت گرفت نشان داده شد که کمپوست ضایعات شهری باعث بهبود رشد و افزایش عملکرد گیاه نخود می‌شود و این افزایش عملکرد ناشی از افزایش تعداد غلاف و دانه در گیاه بوده است (۹، ۱۳ و ۲۶). اسمیت و همکاران (۲۰) افزایش عملکرد دانه لوبیا را در اثر استفاده از کمپوست گزارش نمودند. آنها این افزایش عملکرد را در اثر بهبود تعداد غلاف و دانه ذکر نمودند.

خشکی خاک مانع توسعه عادی سامانه ریشه و گره در حبوبات شده و کاهش تماس ریشه با خاک منجر به محدودیت جذب آب و عناصر غذایی می‌گردد (۱۴). افزایش بازده آبیاری، بهره‌وری آب و کارآیی مصرف آب توسط آبیاری تکمیلی در دیم‌زارها از جمله اهداف مهم در ارتقاء تولید محصولات زراعی در دیم‌زارهای کم بازده می‌باشد (۱۳).آبیاری تکمیلی باعث افزایش ارتفاع بوته، ماده خشک، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته نخود می‌گردد (۱۴ و ۱۶). بر اساس پژوهش کاشیواگی و همکاران (۷) آبیاری در مرحله گل‌دهی و مرحله پر شدن غلاف‌ها، عملکرد بیولوژیک نخود را نسبت به شرایط دیم به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. بنابراین، با توجه به کم بودن ماده آلی خاک‌های دیمزارهای کشور، توسعه کارخانه‌های تولید کمپوست در مناطق مختلف شهری ایران، پراکنش نامنظم باران و کمبود رطوبت در دیمزارها، هدف از این پژوهش بررسی امکان استفاده از کمپوست جامد شهری به همراه آبیاری تکمیلی به منظور افزایش عملکردارقام نخود در شرایط دیم بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش درسال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در منطقه خرم آباد با طول جغرافیایی ´۲۰ °۴۸ شرقی و عرض جغرافیایی ´۳۰ °۳۳ شمالی انجام گرفت. مقادیر بارندگی و متوسط دمای منطقه در جدول ۱ آمده است. بافت خاک مزرعه لومی رسی با pH برابر ۷/۸ بود. در این آزمایش، تأثیر سه عامل در قالب کرت‌های دو بار خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. آبیاری تکمیلی به عنوان فاکتور اصلی شامل بدون آبیاری تکمیلی (شرایط دیم، I_1)، آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی (I_2)، آبیاری تکمیلی در مرحله پرشدن دانه‌ها (I_3) و آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی + پر شدن دانه‌ها (I_4) و کمپوست به عنوان فاکتور فرعی در سه سطح صفر، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار (C_1, C_2، C_3) و دو رقم نخود به عنوان فاکتور فرعی فرعی شامل ارقام گریت و فیلیپ (V_1 و V_2) بود که در سه تکرار انجام گرفت.

عملیات تهیه زمین شامل یک بار شخم با گاوآهن قلمی و استفاده از دیسک و ماله بود. پس از آماده سازی زمین و مشخص شدن پلات‌های اصلی و فرعی، ۲۰ روز قبل از کشت، کمپوست تهیه شده از کارخانه کرمانشاه (با مشخصات ذکر شده در جدول ۲) توسط دست به میزان مورد نیاز در سطح کرت‌ها و بر اساس نوع تیمارها پخش گردید و تا عمق ۲۵ سانتی‌متری توسط چنگک با خاک مخلوط شد. اندازه کرت‌ها ۱۵ متر مربع (۶×۲/۵ متر) بود و در هر کرت شش خط کشت به طول ۶ متر و فاصله ۴۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی خط کاشت ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذرهای نخود قبل از کاشت با باکتری ***Rhizobium legominosarum*** همرا با عصاره ۱۰ درصد شکر تلقیح شدند. تعداد گره‌های روی ریشه‌های هر بوته شمارش و با جداسازی گره‌ها، وزن آنها با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد.

برای جلوگیری از تأثیر تیمارها بر یکدیگر، بین تکرارها ۲ متر، بین پلات‌های اصلی ۲/۵ متر و بین پلات‌های فرعی ۱/۵ متر فاصله ایجاد شد. کاشت بذر ارقام در تاریخ ۱۳۸۷/۱۲/۲۰ انجام پذیرفت. به دلیل آنکه کمپوست معمولاً حاوی مقادیری عناصر غذایی می‌باشد (جدول ۲) و نیز به دلیل استفاده از باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، از کودهای شیمیایی استفاده نگردید زیرا با مصرف کودهای شیمیایی امکان تفکیک اثر تغذیه‌ای کمپوست از کودها و بررسی فعالیت باکتری‌های همزیست تحت شرایط کودی، به ویژه نیتروژن، دشوار بود.

قبل از انجام آبیاری تکمیلی در هر مرحله، به منظور برآورد دقیق مقدار آبیاری تکمیلی مورد نیاز و تعیین میزان رطوبت خاک، ابتدا از عمق ۶۰-۰ سانتی‌متری خاک در هر کرت نمونه‌گیری به عمل آمد. نمونه‌ها بلافاصله در کیسه‌های پلاستیکی ریخته شده و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس مقدار مشخصی از هر نمونه با ترازوی دیجیتال توزین و در آون با دمای ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد و مجدداً توزین گردید. مقدار آب خالص مورد نیاز برای آبیاری در هر مرحله در هر تیمار از رابطه زیر محاسبه شد:

$$d_n = (FC - \theta) \times \rho_b \times D \qquad [۱]$$

که d_n عمق آب مورد نیاز، سانتی‌متر، FC حد ظرفیت زراعی براساس درصد وزنی، θ رطوبت وزنی خاک به صورت تفاضل نمونه‌های مرطوب و خشک، ρ_b جرم مخصوص ظاهری خاک، گرم بر سانتی‌متر مکعب و D عمق نمونه‌برداری خاک است. میزان آب مورد نیاز در هر مرحله از آبیاری تکمیلی با استفاده از سیستم آبیارس بارانی به طور یکنواخت به هر پلات داده شد. آبیاری به روش بارانی انجام شد که به دلیل بلندی ارتفاع پایه آبپاش و ریز بودن قطرات آبیاری، آب به طور یکنواخت در کرت‌ها توزیع و به آرامی در خاک نفوذ می‌نمود. طی مراحل آزمایش، صفات تعداد و وزن گره‌ها، ارتفاع بوته، عملکرد و اجزای عملکرد دانه نخود اندازه‌گیری شد. داده‌های آزمایش با نرم‌افزارهای SAS و Mstat-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و میانگین داده‌ها با آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

جدول۱. میزان بارندگی و میانگین دمای هوا در ماه‌های سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ منطقه خرم آباد

سال	ماه	بارندگی (میلی‌متر)	دما (سلسیوس)
۱۳۸۷	بهمن	۳۷/۱	۷/۵۱
	اسفند	۱۱/۲	۹/۸۴
	فروردین	۹۵/۶	۱۱/۴۱
۱۳۸۸	اردیبهشت	۳۲/۵	۱۸/۲
	خرداد	۳/۸	۲۴/۹

منبع: اداره کل هواشناسی استان لرستان

جدول ۲. مشخصات فیزیکی و شیمیایی کمپوست مورد استفاده

pH	۸/۵
هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	۱/۸
مواد خنثی شونده (٪)	۲۱
کربن آلی (٪)	۱۶/۳۱
نیتروژن (٪)	۱/۴۳
فسفر (٪)	۰/۵۳
پتاسیم (٪)	۱/۶
آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۱۲۶۰۰
منگنز (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۴۰۵
روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۳۸۰
مس (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۸۵
سرب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۴۲
کادمیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	صفر

نتایج و بحث

تعداد گره ریزوبیومی

نتایج آزمایش نشان داد که تأثیر تیمارهای آبیاری تکمیلی بر تعداد گره ریزوبیومی معنی‌دار بود، ولی تعداد گره‌های ریزوبیومی تحت تأثیر تیمارهای کمپوست قرار نگرفت (جدول۳). حداکثر تعداد گره ریزوبیومی (۳۲۶/۹ عدد در متر مربع) از تیمار حداکثر کود کمپوست (۱۵ تن در هکتار) به دست آمد (جدول ۴). بیشترین تعداد گره ریزوبیومی (۳۱۹/۴ عدد در متر مربع) مربوط به تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (۱۴۴/۲ عدد در مترمربع) بود.

در مرحله گل‌دهی، به دلیل تشکیل دانه و نیاز به مواد پرورده جهت پر شدن دانه‌ها، گیاه به نیتروژن بیشتری نیاز دارد. در این شرایط، با تأمین عناصر غذایی لازم برای رشد گیاه، فعالیت بیشتر باکتری‌های همزیست، تأمین رطوبت از طریق آبیاری تکمیلی و احتمالاً تعدیل دمای محیط ریشه، امکان گره‌زایی بیشتر در بوته‌های نخود اتفاق افتاده است. این نتایج با نتایج دیگر پژوهشگران که در مورد باقلا انجام گرفته بود نیز مطابقت داشت (۱۵).

جدول۳. تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک نخود تحت تأثیر آبیاری، کمپوست و رقم

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد گره در مترمربع	وزن گره در مترمربع	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی
تکرار	۲	۱۷۰۰/۷۷۸*	۲۸۱/۹۵۷**	۱۲/۹۳۱**	۲۱/۹۳۱**
آبیاری	۳	۵۰۸۵۰/۲۵۰*	۲۰۱۵/۴۱۲*	۶۴/۰۹۳**	۲۶/۷۰۴**
خطای اصلی	۶	۲۱۹۱	۵۷/۹۶۹	۰/۸۵۶	۱/۸۵۶
کمپوست	۲	۱۹۲۳۳/۸۶۱ ^{ns}	۲۳۴۶/۲۱۸**	۶۵/۰۹۷**	۱۵/۰۵۶**
آبیاری × کمپوست	۶	۷۳۸۶/۰۸۳ ^{ns}	۱۲۷/۶۲۴ ^{ns}	۱/۹۱۲ ^{ns}	۲/۵۹۳*
خطای فرعی	۱۶	۴۷۲۸/۳۰۶	۳۶۱/۶۸۷	۱/۰۴۲	۰/۹۱۷ ^{ns}
رقم	۱	۱۲۱۳/۳۶۱*	۵۳۴/۸۴۳ ^{ns}	۹۸**	۲۲/۲۲۲**
آبیاری × رقم	۳	۴۳۴/۰۲۸ ^{ns}	۲۷۱/۳۷۱ ^{ns}	۰/۵۵۶ ^{ns}	۳*
کمپوست ×رقم	۲	۱۱۶۶/۶۹۴^{ns}	۱۳۷/۱۰۶ ^{ns}	۱/۷۹۲ ^{ns}	۷/۰۵۶**
آبیاری × کمپوست × رقم	۶	۸۵۲/۰۲۸ ^{ns}	۲/۴۸۵ ^{ns}	۱/۱۲۵ ^{ns}	۱/۵۵۶ ^{ns}
خطای فرعی فرعی	۲۴	۲۲۴/۸۸۹	۱۳۹/۹۲۳	۱/۱۲۵	۰/۶۸۱

**، * و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و بدون تفاوت معنی‌دار

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های برخی خصوصیات مورفولوژیک ارقام نخود تحت تأثیر سطوح مختلف کمپوست

تیمار	تعداد گره در مترمربع	وزن گره در متر مربع (g)	ارتفاع بوته (cm)	فاصله اولین غلاف از سطح خاک (cm)	تعداد شاخه فرعی	تعداد غلاف در بوته
کمپوست						
صفر	۲۵۰/۵ ^{a}	۶۲/۸۶^{b}	۳۳/۹۶^{c}	۱۳/۳۱^{b}	۱۲/۰۵^{b}	۲۶/۰۲^{b}
۱۰ تن در هکتار	۲۶۸ ^{a}	۷۴/۰۲^{ab}	۳۵/۷۱^{b}	۱۴/۶^{a}	۱۳/۲۵^{b}	۳۰/۹۷^{a}
۱۵ تن در هکتار	۳۲۶/۹^{a}	۹۰/۶۵^{a}	۳۷/۲۵^{a}	۱۵/۴۶^{a}	۱۴/۰۸^{a}	۳۲/۲۷^{a}
رقم						
گریت	۲۴۵/۲ ^{a}	۶۸/۲۲^{cd}	۳۵/۰۸^{c}	۱۴/۳۳^{c}	۱۳/۵۸^{b}	۲۷/۵۴^{b}
فیلیپ	۲۵۵/۸ ^{a}	۷۵/۵^{d}	۳۲/۸۳^{d}	۱۱/۹۲^{d}	۱۱/۴۲^{c}	۲۴/۴۹^{b}

حروف مشابه در هر ستون برای هر تیمار نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای کمپوست و رقم بر برخی خصوصیات مرفولوژیکی نخود

برهمکنش تیمارها	تعداد گره در متر مربع	وزن گره در متر مربع (g)	ارتفاع بوته (cm)	فاصله اولین غلاف از سطح خاک (cm)	تعداد شاخه فرعی	تعداد غلاف در بوته
۱۰ تن در هکتار کمپوست و رقم گریت	۲۲۷/۳ a	۷۴bc	۳۷/۱۷b	۱۵/۳۷b	۱۳/۲۵b	۳۳/۷۴a
۱۰ تن در هکتار کمپوست و رقم فیلیپ	۲۵۸/۷ a	۷۴/۰۳bc	۳۴/۲۵c	۱۳/۸۳c	۱۳/۲۵b	۲۸/۱۹b
۱۵ تن در هکتار کمپوست و رقم گریت	۳۴۰/۳a	۹۶/۸۷a	۳۸/۱۷a	۱۶/۳۳a	۱۴/۶۷a	۳۶/۱۲a
۱۵ تن در هکتار کمپوست و رقم فیلیپ	۳۱۳/۵ a	۸۴/۴۲ab	۳۶/۳۳b	۱۴/۵۸bc	۱۳/۵b	۲۸/۴۲b

حروف مشابه در هر ستون برای هر تیمار نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

وزن گره

تأثیر کمپوست بر وزن گره‌های ریزوبیومی در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). دلیل افزایش وزن گره‌ها احتمالاً فراهم بودن عناصر غذایی و رطوبت بیشتر خاک در حضور کمپوست بوده که باعث افزایش فعالیت ریزوبیوم‌های تثبیت‌کننده نیتروژن شده است. گزارش شده که زمانی که نیتروژن قابل دسترس در شروع فصل رشد کم بوده، عملکرد گره‌زایی و تثبیت نیتروژن کاهش یافته است (۱۵). در این آزمایش، حداکثر وزن گره‌ها در اثر مصرف ۱۵ تن کمپوست در هکتار به میزان ۹۰/۶۵ گرم در مترمربع به دست آمد (جداول ۴ و ۵). احتمالاً دلیل وزن بیشتر گره‌های ریزوبیومی ناشی از حفظ آب توسط کمپوست و نیز فعالیت بیشتر ریشه‌ها به دلیل تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از کمپوست بوده است. بیشترین وزن گره با ۸۳/۳۲ گرم در مترمربع از تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی و کمترین آن از تیمار شاهد (دیم) با ۶۸/۳۶ گرم در مترمربع به‌دست آمد (جدول ۶). گزارش شده که زمانی که نیتروژن قابل دسترس در شروع فصل رشد کم بوده، عملکرد گره‌زایی و تثبیت نیتروژن کاهش داشته است (۱۵). بیشترین تعداد گره در تیمار آبیاری در مرحله گل‌دهی مصادف با حداکثر شرایط همزیستی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن با گیاه می‌باشد و این شرایط تأثیر مثبتی بر افزایش اجزای عملکرد نخود داشته که در نهایت منجر به افزایش عملکرد در این تیمارها شده است. افزایش وزن و تعداد گره ریزوبیومی در تیمارهای کمپوست و آبیاری با مقادیر بالای وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ارقام نخود در همان تیمارها منطبق می‌باشد که نشان‌دهنده آن است که تیمارهای آزمایشی با بهبود شراط همزیستی گیاه با باکتری و نیز تأمین نیتروژن کافی برای گیاه توانسته‌اند اثر مثبتی بر افزایش اجزای عملکرد نخود تحت شرایط دیم داشته باشند.

ارتفاع بوته

تأثیر مقادیر مختلف کمپوست بر ارتفاع بوته در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۳). ارتفاع بوته در اثر کاربرد ۱۰ و ۱۵ تن کمپوست در هکتار به ترتیب ۵/۱۵ درصد و ۹/۶۸ درصد بیشتر از تیمار شاهد (عدم استفاده از کمپوست) بود (جداول ۴ و ۵). روند افزایش ارتفاع بوته در میان تیمارهای مختلف در ابتدای فصل رشد یکسان بود. لیکن با گذشت زمان، تأثیر کمپوست آشکار شد و موجب افزایش ارتفاع بوته ارقام نخود در میان تیمارهای مختلف گردید (جدول ۴). دلیل تأثیر کمپوست بر

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان آبیاری، کمپوست و رقم بر برخی خصوصیات مورفولوژیک نخود

آبیاری	کمپوست	رقم	تعداد گره در متر مربع	وزن گره در متر مربع (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	فاصله اولین غلاف از سطح خاک (سانتی‌متر)	تعداد شاخه فرعی	تعداد غلاف در بوته
آبیاری در مراحل گلدهی و پرشدن دانه‌ها	صفر	گریت	۱۸۶/۳^{e}	۵۹/۲^{cd}	۳۲/۶۷^{ij}	۱۲/۶۷^{gh}	۱^{hi}	۱۸/۶۷ ^{gh}
		فیلیپ	۱۹۱^{e}	۵۳/۰۳^{d}	۳۰/۶۷^{k}	۱۱/۶۷^{i}	۹^{j}	۱۸/۱۳ ^{gh}
	۱۰ تن در هکتار	گریت	۲۲۵/۷^{d}	۵۹/۷۷^{cd}	۳۵$^{e-i}$	۱۳/۶۷$^{e-h}$	۱^{hi}	۲۳/۵۳^{efg}
		فیلیپ	۲۲۲^{d}	۶۶/۱۷^{bcd}	۳۳/۳۷^{hij}	۱۲/۳۳^{hi}	۱۰/۶۷^{i}	۱۶/۳۳^{h}
	۱۵ تن در هکتار	گریت	۳۲۷/۷^{ab}	۸۹/۴۳^{ab}	۳۶$^{d-g}$	۱۵$^{b-f}$	۱۳/۶۶$^{c-g}$	۲۶/۱$^{d-g}$
		فیلیپ	۳۰۱/۷^{bc}	۸۲/۵۵^{abc}	۳۳/۳۳^{ij}	۱۳/۳۳$^{f-i}$	۱۲/۶۷$^{c-g}$	۲۳/۶۳ ^{efg}
	۰	گریت	۳۰۴^{bc}	۷۷/۲۳^{bc}	۳۵$^{e-i}$	۱۳/۶۷$^{e-h}$	۱۳/۶۷^{hi}	۲۶/۵۳ $^{d-g}$
		فیلیپ	۳۲۰/۷^{b}	۶۱/۹۷^{cd}	۳۲/۶۷^{ij}	۱۱/۶۷^{i}	۱۳$^{b-f}$	۲۱/۲۳^{fgh}
	۱۰ تن در هکتار	گریت	۳۲۹ ^{ab}	۸۸/۲۳^{ab}	۳۶/۶۷$^{c-f}$	۱۵$^{b-f}$	۱۴^{gh}	۳۳/۸$^{a-e}$
		فیلیپ	۲۸۴/۳^{c}	۸۱/۹^{abc}	۳۳^{ij}	۱۴$^{d-h}$	۱۲/۳۳^{bcd}	۲۸/۶۳$^{c-f}$
	۱۵ تن در هکتار	گریت	۳۵۳^{a}	۱۰۴/۳^{a}	۳۷^{cde}	۱۶$^{a-d}$	۱۴/۶۷$^{e-h}$	۳۷/۸۷^{abc}
		فیلیپ	۳۲۵/۳^{ab}	۸۶/۳^{ab}	۳۵/۶۶$^{d-h}$	۱۴ $^{d-h}$	۱۳$^{b-e}$	۲۵/۴۷$^{d-g}$
	۰	گریت	–	–	۳۵$^{e-i}$	۱۴/۳۳ $^{d-h}$	۱۴/۳۳^{fgh}	۲۹/۸۷$^{c-f}$
		فیلیپ	–	–	۳۳/۳۴^{ij}	۱۱/۶۷^{i}	۱۲/۶۷^{gh}	۲۸/۴۳$^{c-g}$
	۱۰ تن در هکتار	گریت	–	–	۳۷/۶۷^{bcd}	۱۵/۵$^{a-e}$	۱۲/۳۳^{bcd}	۳۴/۴۴$^{a-e}$
		فیلیپ	–	–	۳۴/۳۳^{gij}	۱۴/۶۶$^{c-g}$	۱۴/۶۷$^{b-f}$	۳۱/۷$^{c-f}$
	۱۵ تن در هکتار	گریت	–	–	۳۸/۳۳^{bc}	۱۷^{ab}	۱۴$^{d-h}$	۳۷/۸۷^{abc}
		فیلیپ	–	–	۳۷^{cde}	۱۵$^{b-f}$	۱۳/۳۳$^{b-e}$	۳۱/۸$^{b-e}$
	۰	گریت	–	–	۳۷/۶۷ ^{bcd}	۱۶/۶/۸^{abc}	۱۴/۳۳^{hi}	۳۵/۳$^{a-d}$
		فیلیپ	–	–	۳۳/۶۶ $^{f-i}$	۱۲/۶۷/۶^{ghi}	۱۲^{bcd}	۳۰/۱۷$^{c-f}$
	۱۰ تن در هکتار	گریت	–	–	۳۹/۳۳ ^{b}	۱۷/۳۳^{a}	۱۴/۶۷^{ab}	۴۳/۲^{a}
		فیلیپ	–	–	۳۶ $^{d-g}$	۱۴/۳۳$^{d-h}$	۱۵/۳۳^{ab}	۳۶/۱$^{a-d}$
	۱۵ تن در هکتار	گریت	–	–	۴۱/۳۳ ^{a}	۱۷/۳۳^{a}	۱۶/۳۳^{a}	۴۲/۶۷^{ab}
		فیلیپ	–	–	۳۹/۳۳ ^{b}	۱۶^{abcd}	۱۵^{abc}	۳۲/۱۷$^{a-d}$

افزایش ارتفاع را می‌توان در فراهم آوردن شرایط مناسب رشد و تأمین مواد غذایی دانست. با کاربرد مقادیر مختلف کمپوست و کود شیمیایی در گیاه چاودار چنین نتیجه گرفته شد که در تیمارهایی که کمپوست به کار برده شده بود کربن آلی خاک و عناصر سدیم، مس، روی، منگنز، آهن و فسفر در دسترس خاک افزایش یافت (۲۲). کاظمینی و همکاران (۸) با کاربرد کمپوست در خاک و تأمین نیتروژن و سایر عناصر غذایی افزایش ارتفاع، وزن خشک و عملکرد در ارقام گندم تحت شرایط دیم را مشاهده کردند. در بین تیمارهای آبیاری تکمیلی، بیشترین ارتفاع بوته (۳۸/۰۶ سانتی‌متر) در تیمار آبیاری تکمیلی در دو مرحله گلدهی+ پرشدن دانه و کمترین ارتفاع (۳۴/۵۶ سانتی‌متر) از تیمار شاهد به دست آمد. از طرفی، ارتفاع بوته در دو رقم گریت و فیلیپ تفاوت معنی‌داری داشت و ارتفاع بوته در این دو رقم به ترتیب ۳۶/۵۶ و ۳۲/۶۱ سانتی‌متر بود (جدول۶). آبیاری نقش به سزایی در رشد و ارتفاع بوته‌های ارقام نخود داشت. تأمین آب قابل دسترس، به ویژه در مراحل قبل و حین گل‌دهی، ضمن افزایش سرعت رشد رویشی منجر به طولانی‌تر شدن دوره زایشی شده که فرصت کافی جهت افزایش ارتفاع بوته‌های نخود را فراهم آورده است. نتایج مشابهی گزارش شده که آبیاری تکمیلی باعث افزایش ارتفاع بوته نخود می‌شود (۱۶ و ۲۴).

فاصله اولین غلاف از سطح خاک

اثر کمپوست بر فاصله اولین غلاف از سطح خاک معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۸) نشان داد که حداکثر فاصله اولین غلاف از سطح خاک (۱۵/۴۶ سانتی‌متر) در اثر به کاربردن ۱۵ تن کمپوست در هکتار و حداقل آن (۱۳/۳۱سانتی‌متر) با عدم کاربرد کمپوست به دست آمد. بیشترین فاصله غلاف از سطح خاک از برهمکنش تیمارهای ۱۵ تن کمپوست در هکتار و رقم گریت به دست آمد (جدول ۵). اثر آبیاری تکمیلی و رقم بر فاصله غلاف از سطح خاک معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین فاصله غلاف از سطح خاک (به ترتیب ۱۶/۱۱ و ۱۲/۸۴ سانتی‌متر) مربوط به تیمار آبیاری در مرحله گل‌دهی و تیمار شاهد دیم بود (جدول ۵). فاصله اولین غلاف از خاک در رقم گریت ۱۵/۹۶ و در رقم فیلیپ ۱۴/۸۴ سانتی‌متر بود. در این آزمایش، افزایش فاصله غلاف از سطح خاک با افزایش ارتفاع بوته‌های نخود در این تیمارها منطبق بود. تحت تیمارهای آزمایش با افزایش طول بوته، غلاف‌ها در ارتفاع بالاتری در ساقه‌ها ایجاد شدند. زیرا گیاهان به دلیل تأمین شرایط رطوبتی و تغذیه‌ای دچار افزایش سرعت رشد و زودرسی نشده و فرصت تشکیل غلاف‌ها در ارتفاع بالاتر وجود داشته است. اسمیت و همکاران (۱۷) با کاربرد کمپوست در خاک، افزایش ارتفاع غلاف از سطح خاک، وزن خشک و عملکرد ماش را مشاهده کردند.

تعداد شاخه‌های فرعی در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از آن است که اثر مقادیر مختلف کمپوست، آبیاری، رقم و برهمکنش تیمارها بر تعداد شاخه فرعی معنی‌دار بود (جدول ۳). میانگین تعداد شاخه فرعی در مقادیر صفر، ۱۰ و ۱۵ تن کمپوست در هکتار به ترتیب ۱۲/۵، ۱۳/۲۵ و ۱۴/۰۸ بود. تعداد شاخه فرعی در تیمارهای آبیاری تکمیلی شاهد، گل‌دهی، پرشدن دانه و گل‌دهی+ پرشدن دانه به ترتیب ۱۰/۱۱، ۱۴/۹۳، ۱۳/۱۵ و ۱۴/۸۴ بود که نشان دهنده تأثیر مثبت آبیاری تکمیلی بر رشد و تعداد شاخه‌های فرعی می‌باشد. از نتایج این بررسی می‌توان نتیجه گرفت که وجود رطوبت کافی و واکنش پذیری ارقام نخود به رطوبت و کمپوست در نهایت باعث افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته گردیده است. در این آزمایش، رقم گریت بیشترین تعداد شاخه فرعی (۱۴/۵۳) و رقم فیلیپ کمترین تعداد شاخه فرعی (۱۰/۲۳) را داشت. تشکیل شاخه فرعی در یک بوته بستگی به طول دوره رشد و سرعت رشد گیاه دارد. در این آزمایش، بوته‌های نخود دیم تحت تیمارهای آبیاری و کمپوست از شرایط مطلوب رشدی برخوردار شده و فرصت زمانی کافی برای تشکیل تعداد بیشتری شاخه فرعی داشته‌اند.

جدول۷. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان آبیاری، مقادیر مختلف کمپوست و رقم بر عملکرد و اجزاء عملکرد نخود

آبیاری	کمپوست	رقم	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
بدون آبیاری	صفر	گریت	۲۲۹/۸ hi	۸۱۴/۳۳ i	۲۲۸۰ jk	۳۵/۷۳ a-f
		فیلیپ	۲۲۹/۲ hi	۷۶۱ ij	۲۱۳۷ k	۳۵/۶۳ a-f
	۱۰تن در هکتار	گریت	۲۳۴/۳۷ h	۱۰۳۴/۶۷ gh	۲۸۲۵ hijk	۳۶/۶۳ ab
		فیلیپ	۲۲۲ i	۷۳۷/۳۳ i	۲۰۴۰ k	۳۶/۰۷ a-d
	۱۵ تن در هکتار	گریت	۲۵۸/۷۷ efg	۱۱۳۹/۶۶ fg	۳۴۹۲ fgh	۳۳/۴ d-g
		فیلیپ	۲۵۸/۰۷ efg	۹۱۳/۶۷ hi	۲۵۰۴ ijk	۳۶/۴۷ abc
آبیاری در مرحله گلدهی	صفر	گریت	۲۵۲/۱۳ fg	۱۲۶۵/۳۳ ef	۳۷۵۶ efg	۳۳/۷ cd-g
		فیلیپ	۲۴۹ g	۱۰۳۴/۳۳ gh	۳۰۳۵ g-j	۳۴/۰۷ b-g
	۱۰تن در هکتار	گریت	۲۶۰/۸ ef	۱۵۰۱/۶۷ cd	۴۴۱۲ cde	۳۴/۰۳ b-g
		فیلیپ	۲۵۹ efg	۱۱۶۰/۶۷ fg	۳۴۱۵ fgh	۳۳/۹۷ b-g
	۱۵ تن در هکتار	گریت	۲۸۳/۸ cd	۱۵۸۴/۶۶ bc	۴۴۷۱ cde	۳۵/۴۳ a-g
		فیلیپ	۲۶۱/۸۳ ef	۱۱۵۳/۶۶ fg	۳۲۲۸ ghi	۳۵/۷۳ a-g
آبیاری در مرحله پرشدن دانه ها	۰	گریت	۲۷۸/۸۳ d	۱۴۰۳/۶۷ cde	۴۱۳۷ c-f	۳۳/۹۳ b-g
		فیلیپ	۲۶۴/۸۳ e	۱۱۶۱/۶۷ fg	۳۴۲۸ fgh	۳۳/۸۷ b-g
	۱۰تن در هکتار	گریت	۲۸۳/۷۷ cd	۱۴۵۳/۶۶ cd	۴۲۴۱ c-f	۳۴/۲۷ b-g
		فیلیپ	۲۶۲/۶۳ ef	۱۳۰۰ def	۳۸۴۸ d-g	۳۳/۸ c-g
	۱۵ تن در هکتار	گریت	۲۸۵/۹۳ cd	۱۶۳۹ bc	۴۶۷۹ c	۳۵/۰۳ a-g
		فیلیپ	۲۶۵/۸ e	۱۴۴۷/۳۳ cd	۴۱۹۴ c-f	۳۴/۵۳ b-g
آبیاری در دو مرحله گلدهی و پرشدن دانه‌ها	۰	گریت	۲۶۷/۷ e	۱۵۲۱/۶۷ cd	۴۶۴۸ cd	۳۲/۷۳ g
		فیلیپ	۲۶۳/۰۷ ef	۱۲۴۲/۶۶ ef	۳۷۶۷ efg	۳۳ fg
	۱۰تن در هکتار	گریت	۲۹۱/۱ c	۱۸۳۰/۳۳ b	۵۵۰۵ ab	۳۳/۲ efg
		فیلیپ	۲۸۵/۵ cd	۱۶۱۳/۳۳ bc	۴۷۹۵ bc	۳۳/۶۳ d-g
	۱۵ تن در هکتار	گریت	۳۲۸/۲۳ a	۲۱۰۷/۶۷ a	۵۸۶۰ a	۳۵/۹۳ a-e
		فیلیپ	۳۱۳/۳۷ b	۱۸۱۲ b	۴۸۱۵ bc	۳۷/۶۷ a

حروف مشابه در هر ستون برای هر تیمار نشان دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

جدول ۸. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد نخود تحت تاثیر آبیاری، کمپوست و ژنوتیپ

منابع تغییرات	درجه آزادی	فاصله غلاف از خاک	تعداد غلاف در بوته	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۰/۰۵۸ ns	۵/۲۲۸ ns	۴۴/۱۶۸ ns	۴۲۵۳۰/۷۹۲*	۱۵۰۷۸۷/۲۶۴ ns	۲/۴۵۴ ns
آبیاری	۳	۰/۰۲۴ **	۷۸۴/۹۹۸**	۸۸۶۴/۲۵۹**	۱۹۱۷۳۵۰/۹۰۷**	۱۷۱۹۲۰۵۳/۵۶۹**	۷/۷۰۶*
خطای اصلی	۶	۰/۰۱۲	۴/۳۳۷	۵/۸۲۹	۵۴۰۵/۵۳۲	۵۰۳۱۲/۵۹۷	۱/۲۶۳
کمپوست	۲	۰/۰۵۶ **	۲۶۱/۲۳۵*	۴۸۵۳/۲۱۱**	۶۳۲۴۷۰/۸۷۵**	۳۵۲۴۳۴۷/۳۴۷**	۱۳/۴۷۴**
آبیاری × کمپوست	۶	۰/۰۱۸ ns	۱۷/۰۳۲ ns	۷۷۵/۱۴۸**	۴۸۸۳/۳۹۴ ns	۲۶۳۹۵۷/۹۵۸ ns	۷/۸۴۴**
خطای فرعی	۱۶	۰/۰۶۵	۴۴/۵۲۵	۵/۳۴۶	۴۶۴۳۱/۹۳۱	۴۲۱۹۵۳/۷۲۲	۱/۴۴۱
رقم	۱	۰/۰۷۲ **	۵۳۱/۷۶۰**	۱۸۲۸/۱۰۹**	۱۰۹۴۲۱۳/۵۵۶**	۱۰۳۵۸۰۷۶/۱۲۵**	۲/۴۲۰ ns
آبیاری × رقم	۳	۰/۰۵۶ *	۲۵/۱۸۳ ns	۱۵۶/۴۳۱**	۲۰۳۰۳/۸۱۵ *	۲۰۰۸۱۳/۵۳۲ ns	۱/۳۷۸ ns
کمپوست ×رقم	۲	۰/۰۱۱ ns	۳۲/۶۰۷ ns	۱۱۶/۹۱۸*	۱۰۹۱۹/۷۶۴ ns	۱۶۷۲۱۰/۲۹۲ ns	۲/۸۸۲ ns
آبیاری × کمپوست × رقم	۶	۰/۰۳۲ ns	۹/۵۲۷ ns	۷۰/۹۲۵ ns	۱۱۰۸۷/۴۶۸ ns	۱۰۲۹۸۵/۵۳۲ ns	۱/۳۷۲ ns
خطای فرعی فرعی	۲۴	۰/۰۵۲	۳۱/۲۵۶	۱۹/۶۱۳	۲۲۲۳۸/۴۸۶	۱۸۴۶۸۵/۹۵۸	۱/۹۲۶

**، * و ns : به ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱٪ و ۵٪ و بدون تفاوت معنی‌دار

تولید تعداد شاخه فرعی بیشتر منجر به افزایش ظرفیت گیاه در تولید اندام‌های زایشی، به ویژه گل و غلاف، می‌شود. نتایج مشابهی توسط توبابیسر و همکاران (۲۴) ارائه شده است که آبیاری تکمیلی باعث افزایش ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی می‌شود. هم‌چنین، نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر مقابل کمپوست و رقم بر تعداد شاخه فرعی در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که حداکثر تعداد شاخه فرعی در تیمار ۱۵ تن کمپوست در هکتار و از رقم گریت با میانگین ۱۴/۶۷ عدد در هر بوته به دست آمد (جدول ۶). تأثیر ارقام بر تعداد شاخه فرعی توسط دیگر پژوهشگران نیز گزارش شده است (۲۴).

تعداد غلاف در بوته

تیمارهای مختلف کمپوست، آبیاری تکمیلی و رقم اثر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته نشان دادند (جدول۳) به طوری که در اثر استفاده از ۱۰و ۱۵ تن در هکتار کمپوست، تعداد غلاف در بوته نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف کمپوست) ۱۰/۸۵ و ۲۳/۰۸ درصد افزایش نشان داده است (جدول ۴). بیشترین تعداد غلاف در بوته از تیمار آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی با ۲۸/۹۲ و کمترین آن از تیمار شاهد با ۲۱/۰۷ به دست آمد. توبابیسر و همکاران (۲۴) گزارش کردند که آبیاری تکمیلی باعث افزایش تعداد غلاف در گیاه نخود می‌گردد. آنان همچنین تعداد غلاف و دانه در هر گیاه را متغیرترین صفت در بین اجزای عملکرد گزارش کردند. کمپوست به همراه انجام آبیاری تکمیلی در شرایط دیم باعث بهبود شرایط رشد گیاه و فراهم شدن عناصر غذایی مغذی و ریزمغذی شده و هم‌چنین منجر به افزایش تعداد شاخه‌های فرعی و افزایش ارتفاع گیاه شده، و در نتیجه تعداد غلاف در بوته‌های نخود افزایش یافته است.

اسمیت و همکاران (۲۰) افزایش عملکرد دانه لوبیا را در اثر استفاده از کمپوست گزارش نمودند. آنها این افزایش عملکرد را به بهبود تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته نسبت دادند. بیشترین تعداد غلاف در بوته از برهمکنش تیمارهای ۱۵ تن کمپوست در هکتار و رقم گریت و کمترین آن از برهمکنش تیمار بدون کمپوست (سطح صفر) و رقم فیلیپ به دست آمد (جدول ۲). تعداد غلاف در بوته در رقم گریت و فیلیپ به ترتیب ۲۲/۷ و ۱۸/۹ عدد بود و بیشترین تعداد غلاف در بوته (۳۲/۷) از برهمکنش رقم گریت × آبیاری در مرحله گل‌دهی به دست آمد (جدول ۶). امکان افزایش تعداد غلاف در بوته بستگی به افزایش ارتفاع بوته و به ویژه تعداد شاخه فرعی بیشتر در بوته‌های نخود دارد. در این آزمایش، تحت تیمارهای آبیاری تکمیلی و کمپوست، بوته‌های نخود ارتفاع و تعداد شاخه فرعی بیشتری تولید کرده که منجر به امکان تولید تعداد غلاف بیشتری در هر بوته شده است. به عبارتی ظرفیت مقصدهای فیزیولوژیک در این بوته‌ها افزایش یافته است. توبابیسر و همکاران (۲۴) گزارش کردند که آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی باعث افزایش تعداد دانه در بوته می‌شود. این نتیجه با نتایج پاکوسی و همکاران (۱۴) نیز مطابقت دارد.

وزن هزار دانه

اثر کمپوست، آبیاری تکمیلی و رقم بر وزن هزار دانه معنی‌داربود (جدول ۸). میانگین وزن هزار دانه در استفاده از کمپوست به مقادیر صفر، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار به ترتیب ۲۵۴/۴، ۲۶۲/۴ و ۲۸۲ گرم بود. وزن هزار دانه در مقایسه با تیمار شاهد (بدون کاربرد کمپوست) در تیمارهای ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار به میزان ۹ و ۲۱ درصد افزایش یافت (جداول۹ و۱۰). بیشترین وزن هزار دانه (۲۹۱/۵ گرم) از تیمار آبیاری تکمیلی در دو مرحله گل‌دهی + پر شدن دانه و کمترین آن از تیمار شاهد (۲۳۸/۵ گرم) به دست آمد. رقم گریت با ۲۸۴/۳ و رقم فیلیپ با ۱۷۵/۲ گرم به ترتیب کمترین و بیشترین وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۷). این افزایش در وزن هزار دانه در اثر فراهم نمودن شرایط مناسب رشد، افزایش فعالیت باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، تأمین مواد غذایی، حفظ رطوبت در اثر افزایش ظرفیت نگهداری آب در طی مرحله پر شدن دانه به خاطر

جدول ۹. مقایسه اثر سطوح مختلف کمپوست (تن در هکتار) بر عملکرد، شاخص برداشت و وزن هزار دانه نخود

تیمار	وزن هزاردانه (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (٪)
کمپوست				
صفر	۲۵۴/۳^{c}	۱۱۵۱^{b}	۳۳۹۹^{a}	۳۴/۰۸ ^{b}
۱۰ تن در هکتار	۲۶۲/۴^{b}	۱۳۲۹^{a}	۳۸۸۵^{ab}	۳۴/۴۵ ^{b}
۱۵ تن در هکتار	۲۸۲^{a}	۱۴۷۵^{a}	۴۱۵۵^{a}	۳۵/۵۳ ^{a}
رقم				
گریت	۲۵۷/۱۲^{d}	۱۲۵۱^{c}	۳۷۰۵^{c}	۳۴/۰۳^{b}
فیلیپ	۲۵۱/۵۲^{e}	۱۰۵۰^{d}	۳۰۹۲^{d}	۳۴/۱۴^{b}

حروف مشابه در هر ستون برای هر تیمار نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ است.

جدول ۱۰. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و سطح کمپوست بر عملکرد، شاخص برداشت و وزن هزار دانه

برهمکنش تیمارها	وزن هزاردانه (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم‌درهکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (٪)
۱۰ تن در هکتار کمپوست و رقم گریت	۲۶۷/۵^{c}	۱۴۵۵^{b}	۴۲۴۶^{b}	۳۴/۵۳^{b}
۱۰ تن در هکتار کمپوست و رقم فیلیپ	۲۵۷/۲۸^{d}	۱۲۰۳^{c}	۳۵۲۵^{c}	۳۴/۳۷^{b}
۱۵ تن در هکتار کمپوست و رقم گریت	۲۸۹/۱۸^{a}	۱۶۱۸^{a}	۴۶۲۵^{a}	۳۴/۹۵^{ab}
۱۵ تن در هکتار کمپوست و رقم فیلیپ	۲۷۴/۷۷^{b}	۱۳۳۲^{bc}	۳۶۸۴^{c}	۳۶/۱^{a}

حروف مشابه در هر ستون برای هر تیمار نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ است.

کمپوست بوده است. هم‌چنین استفاده از کمپوست موجب حفظ بیشتر رطوبت خاک شده که به همراه عناصر غذایی، در نهایت موجب بهبود عرضه مواد پرورده به دانه‌ها و افزایش وزن هزار دانه گردیده است. بیشترین وزن هزار دانه از تیمار ۱۵ تن کمپوست در هکتار و رقم گریت با میانگین ۲۸۹/۲ گرم به دست آمد (جدول ۱۰). تحقیقات معماری (۱۰) در خصوص ماش و گندم و ذرت مؤید این است که کمپوست باعث افزایش وزن دانه در بوته می‌شود.

در این پژوهش، انجام آبیاری تکمیلی در دو مرحله حساس گل‌دهی و پر شدن دانه منجر به افزایش وزن هزاردانه گردیده است که اهمیت تأمین رطوبت کافی را از طریق آبیاری تکمیلی در دیمزارها جهت بهبود عملکرد نخود نشان می‌دهد. این موضوع در میان ارقام مختلف متفاوت می‌باشد. یعنی با توجه به شرایط ژنتیکی هر رقم، ممکن است که برخی ارقام نسبت به تأمین رطوبت واکنش بیشتری داشته که در نهایت منجر به افزایش اجزای عملکرد آنها شده است. تحت تیمارهای آزمایش

و با تأمین شرایط رطوبتی و تغذیه‌ای، رشد و بلوغ غلاف‌ها در یک دوره طولانی‌تری انجام یافته و بوته‌های نخود فرصت بیشتری برای انتقال مواد پرورده و پرشدن دانه‌ها داشته‌اند. بنابراین، وزن هزار دانه ارقام نخود تحت تیمارهای آزمایش به طور معنی داری افزایش یافته است. نتایج مشابهی توسط پاتل (۱۴) و پاکوسی و همکاران (۱۶) گزارش شده است.

عملکرد دانه

نتایج نشان می‌دهد که سطوح مختلف کمپوست و تیمارهای مختلف آبیاری تکمیلی و رقم بر عملکرد دانه نخود اثرمعنی‌داری داشته (جدول ۶) و باعث افزایش عملکرد دانه هر دو رقم نخود گردیده است. به طوری‌که عملکرد دانه نخود در تیمارهای صفر، ۱۰ و ۱۵ تن کمپوست در هکتار به ترتیب ۱۱۵۱، ۱۳۲۹ و ۱۴۷۵ کیلوگرم در هکتار بوده است (جدول ۹). این افزایش عملکرد دانه به دلیل افزایش تعداد شاخه فرعی، افزایش تعداد غلاف در بوته، افزایش تعداد دانه در بوته و افزایش وزن هزار دانه بوده است. در این آزمایش، ارقام گریت و فیلیپ به ترتیب دارای ۱۱۰۱ و ۱۰۰۹ کیلوگرم بر هکتار عمکرد دانه بودند.

برهمکنش آبیاری×رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جداول ۷ و ۱۰) و بیشترین عملکرد دانه با ۱۴۹۹کیلوگرم در هکتار از رقم گریت و آبیاری در مراحل گل‌دهی+ پرشدن دانه حاصل شد. نتایج نشان داد که علیرغم واکنش پذیری دو رقم به تیمارهای آزمایشی، رقم گریت برتری بیشتری در تولید عملکرد داشته و استفاده از آن در شرایط دیم توصیه پذیرتر می‌باشد. در این آزمایش، کاربرد آبیاری تکمیلی و کمپوست در شرایط دیم موجب بهبود شرایط رطوبتی و تغذیه‌ای و تخفیف شرایط نامساعد رشدی شده که امکان طولانی‌تر شدن دوره رشد بوته‌ها را فراهم ساخته و سبب افزایش تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن هزار دانه گردیده است و در نهایت افزایش عملکرد دانه را به همراه داشته است. لوپزبلیدو و همکاران (۹) نیز با بررسی واکنش ارقام مختلف باقلا نسبت به آبیاری دریافتند که افزایش عملکرد به دنبال آبیاری در ارقام مختلف متفاوت می‌باشد. در ضمن، کمپوست به علت فراهمی بیشتر عناصر غذایی و وجود اسیدهای آمینه تحریک کننده فعالیت ریزوبیوم‌ها باعث افزایش رشد و عملکرد دانه نخود می‌شود. یورک و همکاران (۲۶) گزارش کردند که کمپوست ضایعات شهری باعث افزایش عملکرد نخود و لوبیا گردید که با نتایج تحقیق فوق مطابقت داشت.

عملکرد بیولوژیک

تأثیر تیمارهای کمپوست بر عملکرد بیولوژیک معنی دار بود (جدول ۶) و باعث افزایش عملکرد بیولوژیک ارقام نخود گردید به طوری‌که در تیمار صفر، ۱۰ و ۱۵ تن کمپوست در هکتار، عملکرد بیولوژیک نخود به ترتیب ۳۳۹۹، ۳۸۸۵ و ۴۱۵۵ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۹). تأثیر برهمکنش آبیاری تکمیلی و رقم بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جداول ۷ و ۹). تیمارهای آبیاری و کمپوست به دلیل تأمین کافی رطوبت و حفظ آن و مواد غذایی لازم باعث افزایش طول دوره رشد بوته‌ها تحت شرایط دیم شده که تأثیر مثبتی بر توسعه شاخه‌های فرعی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف، تعداد دانه و وزن دانه در هر بوته داشته است. این موضوع باعث تولید ماده خشک بیشتر و در نهایت افزایش عملکرد بیولوژیک در واحد سطح گردیده است. بیشترین عملکرد بیولوژیک (۴۲۱۳ کیلوگرم در هکتار) از برهمکنش رقم گریت × آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی به دست آمد (جدول ۷ و۱۰). نتایج مشابهی گزارش شده که آبیاری تکمیلی باعث افزایش ، ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک نخود می‌شود (۱۶ و ۲۴).

شاخص برداشت

نتایج پژوهش نشان داد که شاخص برداشت تحت تأثیر مقادیر مختلف کمپوست قرار گرفت (جدول ۶). هم‌چنین مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که شاخص برداشت در مقادیر صفر، ۱۰ و ۱۵ تن کمپوست در هکتار به ترتیب ۳۴/۰۸، ۳۴/۴۵ و ۵۳

/۳۵ درصد بود (جدول ۹). اثر تیمارهای آبیاری تکمیلی و رقم بر شاخص برداشت نخود معنی‌دار بود (جدول۱۰). بیشترین شاخص برداشت (۳۴/۳۶ درصد) مربوط به تیمار آبیاری در مراحل گل‌دهی + پرشدن دانه و کمترین آن (۳۲/۶۶درصد) از تیمار شاهد به دست آمد. ارقام گریت و فیلیپ به ترتیب دارای ۳۵/۷۱ و ۱۵/۰۲ درصد شاخص برداشت بودند. کمپوست با فراهم نمودن عناصر غذایی باعث می‌شود جذب و انتقال مواد غذایی و تولید مواد فتوسنتزی در گیاه افزایش یافته و در نتیجه انتقال مواد از مبدأ به مقصد (دانه‌ها) به میزان بیشتر و با سرعت بیشتری انجام شود. در ضمن، کمپوست به علت افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک، مانع ایجاد تنش رطوبتی در مراحل حساس رشدی نخود گردیده، از چروک شدن دانه‌ها جلوگیری کرده و باعث افزایش تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه و عملکر دانه شده است. در مجموع، همه این عوامل سبب افزایش عملکرد و شاخص برداشت نسبت به تیمار شاهد شده است. نتایج مشابهی توسط کاظمینی و همکاران (۸) گزارش شده است.

نتایج حاصل از رگرسیون داده‌ها نشان داد که بین عملکرد دانه و مقادیر کمپوست به کار رفته همبستگی مثبتی r^2=۰/۷۹۲ وجود دارد. همچنین بین تیمارهای آبیاری تکمیلی و عملکرد دانه همبستگی بالایی r^2=۰/۸۷۴ وجود داشت. نتایج رگرسیون و همبستگی بین تیمارهای آزمایش و عملکرد دانه ارقام نخود نشان دهنده آن است که کاربرد مقادیر مناسب کمپوست همراه با تأمین رطوبت کافی می‌تواند باعث افزایش بازدهی دیمزارها شود.

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که کاربرد ۱۰ و ۱۵ تن کمپوست به دلیل اثرات مثبت آن بر رشد گیاه نخود، عملکرد نخود را به نحو معنی‌داری افزایش داد. به نحوی که استفاده از کمپوست در تولید گیاه نخود دیم را توصیه‌پذیر می‌سازد. تأمین رطوبت کافی و عناصر غذایی مورد نیاز گیاه منجر به بهبود وضعیت رشدی گیاه شده و افزایش همزیستی بیشتر باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن را با گیاه نخود به همراه داشته است. این عامل می‌توانند بر رشد و در نهایت بهبود عملکرد ارقام نخود در شرایط دیم بسیار مؤثر باشند. از طرفی، انتخاب رقم مناسب نخود که بتواند از شرایط مطلوب حاصل از کاربرد کمپوست به نحو مؤثری در حالت دیم استفاده نماید و واکنش مثبتی نشان دهد اهمیت زیادی دارد. بر اساس آزمایش حاضر، کاربرد کمپوست و آبیاری تکمیلی به همراه استفاده از رقم گریت در شرایط دیم قابل توصیه می‌باشد.

منابع مورد استفاده

1. Alidost, R. 2001. Effect of different amount of municipal waste compost, nitrogen and phosphorus on growth and nutrition of fodder corn. MSc. Thesis, Tehran University, Tehran, Iran.
2. Abu-Sharar, T. M.1996. Modification of hydraulic properties of a semiarid soil in relation to seasonal application of sewage sludge and electrolyte producing compounds. *Soil Technology* 9: 1-13.
3. Ahmad, R., S. M. Shahzad, A. Khalid, M. Arshad and M. H. Mahmood. 2007. Growth and yield response of wheat (*Triticum aestivum* L.) and maize (*Zea mays* L.) to nitrogen and tryptophan enriched compost. *Pakistan Journal of Botany* 39: 541-549.
4. Bresson, L., M. C. Koch, Y. Le-Bissonnaris and E. Barrius. 2001. Soil surface structure stabilization by municipal waste compost application. *Soil Science Society of America Journal* 65: 1804-1811.
5. Cala, V., M. A. Cases and I. Walter. 2005. Biomass production and heavy metal content of *Rosmarinus officinalis* grown on organic waste-amended soil. *Journal of Arid Environment* 62: 401-412.
6. Hargreaves, J. C., M. S. Adi and P. R. Warman. 2008. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. *Agriculture, Ecosystem and Environment* 123: 1-14.
7. Kazamini, S. A., H. Ghadiri, A. A. Kamkar Haghighi and M. Kheradnam. 2009. Interaction of nitrogen and organic matter on growth and yield of dryland wheat. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 48: 461-472.

8. Kashiwagi, J., L. Krishnamurthy, J. H. Crouch and R. Serraj. 2006. Variability of root length density and its contributions to seed yield in chickpea (*Cicer arietinum*) under terminal drought stress. *Field Crops Research* 95: 71-181.
9. Lopez-Bellido, F. J., L. O. Lopez-Bellido and R. J. Lopez-Bellido. 2005. Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *European Journal of Agronomy* 23: 359-378.
10. Memari, A. 2004. Effect of compost on yield and soil properties. MSc. Thesis, Tehran University, Tehran, Iran.
11. Neeson, R. 2004. Organic processing tomato production. Available online at: http://fulltextt.10.fcla.edu/dld dat/SN/SN0022300X/0029_005/897_17. pdf.
12. Omrani, Q. 1998. Solid Waste Compost. Tehran Azad University Press, 240 p.
13. Ozdemir, S. 2005. Effect of municipal solid waste compost on nodulation plant growth and mineral composition of chickpea in marginal land. *Fresenius Environmental Bulletin* 14: 599-604.
14. Pacucci, G., C. Troccoli and B. Leoni. 2006. Effect of supplementary irrigation on yield of chickpea genotypes in a Mediterranean climate. *Agriccultural Engineering International*: The CIGR Ejournal. Manuscript LW 04 005. Vol. VIII. May.
15. Parsa, M. and A. Bagheri. 2008. Pulse Seed. Mashhad Jahad-e Daneshgahi Press.
16. Patel, R. A. 2005. Response of chickpea (*Cicer arietinum*) to irrigation, FYM and sulphur on a sandy clay loam soil. *International Chickpea and Pigeonpea Newsletter* 12: 22-24.
17. Rajavi, A. 2003. Effect of municipal compost on yield of sugarbeet and wheat and chemical soil properties. *Journal of Soil and Water Science* 17: 19-28.
18. Robin, A., K. Smith and W. Dickson. 2001. Use of Compost in Agriculture, Frequently Asked Questions (FAQs). Remade, Scotland.
19. Singer, J., S. Logsdon and D. Meek. 2007. Tillage and compost effects on corn growth, nutrient accumulation and grain yield. *Agronomy Journal* 99: 80-87.
20. Smith, D. C., V. Beharee and J. C. Hughes. 2001. The effects of composts produced by a simple composting procedure on the yields of Swiss chard (*Beta Vulgaris* L., var. Flavescens) and common bean (*Phaseolus Vulgaris* L. var. Nanus). *Science of Horticulture Journal* 91: 393-406.
21. Speir, T. W., J. Horswell and A. P. Schaik. 2004. Composed biosolids enhance fertility of sandy loam soil under dairy pasture. *Biofertilizer Soil Journal* 40: 349-358.
22. Soumare, M., F. M. Tack and M. G. Verloo. 2003. Effect of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in tropical agricultural soils of Mali. *Bioresource Technology* 86(1): 15-20.
23. Tadayon, M. R. and Y. Emam. 2008. Effect of supplemental irrigation and nitrogen fertilizer on morphological responses and grain yield of two wheat cultivars under dryland conditions in Fars Province. *The Scientific Journal of Agriculture* 30: 53-70.
24. Tuba Bicer, B., A. N. Kalender and D. Sakar. 2004. The effect of irrigation on spring-sown chickpea. *Journal of Agronomy* 3: 154-158.
25. Wang, M. C. and C. H. Yang. 2003. Type of fertilizer applied to a paddy– upland rotation affects selected soil quality attributes. Available online at: http:// scirus. com/srsapp.
26. Yuruk, A. and M. A. Bozkurt. 2006. Heavy metal accumulation in different organs of plants grown under high sewage sludge doses. *Fresenius Environmental Bulletin* 15: 107-112.

Effect of Municipal Solid Waste Compost and Supplemental Irrigation on Morphological Traits, Yield and Yield Components of Dryland Chickpea

M. R. Tadayon * and A. J. Ghorbani Nezhad [1]

(Received : Jan. 2-2011 ; Accepted : Dec. 26-2011)

Abstract

In order to evaluate the effects of supplementary irrigation and municipal solid waste compost on growth and yield of two chickpea cultivars under dryland condition, a field experiment was arranged in Khoramabad, Iran, in 2008-2009. The experimental design was split-split plots with randomized complete blocks with three replications. Four levels of irrigation as main plot including dryland (as control), supplementary irrigation at flowering stage, grain filling stage, and flowering + grain filling stages, three levels of municipal waste compost (0, 10 and 15 t/ha) as sub-factors, and Greet and Filip chickpea cultivars as sub-sub factors were considered. Results showed that the highest number of branches (14.08), number of pods per plant (32.37), plant height (37.25 cm), 1000-grain weight (282 g), grain yield (1475 kg/ha) and biological yield (4155 kg/ha) were obtained from supplementary irrigation at flowering+ grain filling stages. Greet cultivar had more yield in supplementary irrigation treatments and the highest yield in all stages was obtained from application of 15 t/ha compost. The conclusion of this research was that application of 15 t/ha compost along with supplemental irrigation and proper cultivar will result in higher yield in chickpea cultivars under dryland conditions.

Keywords: Supplemental irrigation, Dryland farming, Grain yield, Compost, Chickpea.

1. Assis. Prof. and Former MSc. Student of Agron. and Plant Breed., Respectively, College of Agric., Shahrekord Univ., Shahrekord, Iran.

*: Corresponding Author, Email: mrtadayon@yahoo.com