



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۶ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۳
صفحه‌های ۹۷۲-۹۵۷

اثر تلقیح بذر با ریزوبیوم و ریزوباکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه (PGPR) بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی در شرایط فاریاب و دیم

وحیده خالق‌نژاد^{۱*} و فرهاد جبّاری^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۲. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۲/۱۷

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۹/۰۲

چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر تلقیح بذر با باکتری‌های ریزوبیوم و ریزوباکتری‌های تحریک‌کننده رشد گیاه (PGPR) بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) رقم 'آرمان'، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان در سال ۱۳۹۱ اجرا شد. در این آزمایش، سطوح آبیاری در دو سطح فاریاب (آبیاری مطلوب از سبز شدن تا رسیدن محصول) و دیم (عدم آبیاری در کل دوره رشد) در کرت‌های اصلی؛ و سطوح کودی در هفت سطح (شاهد، مصرف ۵۰ کیلوگرم کود اوره در موقع کاشت، تلقیح بذر با *Mesorhizobiumciceri* نژاد SWRI-3، تلقیح بذر با *Mesorhizobiumciceri* نژاد SWRI-17، تلقیح بذر با PGPR، تلقیح مشترک با نژاد ریزوبیومی (SWRI-3+SWRI-17) و تلقیح مشترک با SWRI-3+SWRI-17+PGPR) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج این بررسی نشان داد که شرایط دیم، موجب کاهش ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد دانه در بوته، وزن صددانه، عملکرد دانه و زیستی و شاخص برداشت شد. در این تحقیق، استفاده از کودهای زیستی در هر دو شرایط فاریاب و دیم، به دلیل تأثیر مثبت بر صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد دانه در بوته، وزن صددانه، وزن غلاف در بوته و عملکرد زیستی، عملکرد دانه بیشتری را در مقایسه با تیمار شاهد کودی و مصرف کود نیتروژنه اوره تولید کرد. در ضمن، تلقیح مشترک بذر با تمام کودهای زیستی (SWRI-3+SWRI-17+PGPR) نسبت به تلقیح جداگانه موجب افزایش ۱۸-۳۶ درصدی عملکرد دانه در شرایط فاریاب و ۳۴-۵۰ درصدی در شرایط دیم شد.

کلیدواژه‌ها: تلقیح بذر، ریزوبیوم، عملکرد، کود زیستی، نخود.

۱. مقدمه

حبوبات از اصلی‌ترین منابع پروتئینی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان محسوب می‌شوند و اهمیت زیادی در اقتصاد کشاورزی این مناطق دارند [۵۱]. نخود^۱ از لحاظ سطح زیر کشت در بین حبوبات مقام سوم و در بین کلیه گیاهان زراعی مقام نوزدهم را دارد و در ۳۴ کشور دنیا کشت می‌شود [۳۷]. سطح زیر کشت نخود در ایران ۵۶۵۰۰۰ هکتار و مقدار تولید آن ۳۱۵۰۰۰ تن است [۱۹]. استفاده از کودهای شیمیایی در یک قرن اخیر موجب افزایش عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی شده، اما به طرق مستقیم و غیرمستقیم آلودگی‌های زیست‌محیطی فراوانی را در پی داشته است. استفاده بیش از حد یا مدیریت ضعیف کودهای نیتروژنه می‌تواند سبب آلودگی و انتشار نیتروژن در جو، اسیدی شدن خاک و دنتریفیکاسیون شود. تولید (استفاده از سوخت فسیلی در فرایند هابر-بوش) و انتقال (احتراق سوخت‌های فسیلی) کودهای شیمیایی به صورت غیرمستقیم سبب آلودگی هوا به N_2 و CO_2 می‌شود که در نهایت آلاینده‌ها در بوم‌نظام‌های خشکی انباشت می‌شوند، بنابراین یکی از راه‌حل‌های پایدار و ارزان‌قیمت برای غلبه بر مشکلات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی در کشت بوم‌های فعلی و آینده، استفاده از ریزوموجودات خاک است. این موجودات سبب استفاده کارآمدتر از عناصر غذایی و بهبود قابلیت دسترسی آنها می‌شوند [۳].

در خاک‌های برخی از مناطق، تعداد کافی ریزوبیوم برای تثبیت زیستی نیتروژن وجود ندارد [۷]. بنابراین مایه تلقیح و گیاه باید به‌نحو صحیحی انتخاب شود تا نتیجه مناسب به‌دست آید [۳۲]. از جمله روش‌های تلقیح، پوشش بذر با مایه تلقیح است. علاوه‌بر ریزوبیوم‌ها، گروهی از باکتری‌های خاکی آزادزی نیز تأثیرات مفیدی بر رشد و نمو گیاه دارند. این باکتری‌ها را ریزوباکتری‌های

افزایش‌دهنده رشد گیاه (PGPR) می‌نامند. PGPR قادر است رشد و عملکرد محصولات زراعی را از طریق سازوکارهای مستقیم و غیرمستقیم افزایش دهد. سازوکارهای مستقیم افزایش رشد شامل تثبیت زیستی نیتروژن، افزایش دسترسی به عناصر غذایی در ریزوسفر (انحلال فسفر و تسهیل جذب آهن از طریق تولید سیدروفورها) و تولید هورمون‌های گیاهی نظیر اکسین، سیتوکینین و جیبرلین است [۲۱، ۴۰، ۲۷، ۵۹]. سازوکارهای غیرمستقیم افزایش رشد گیاه توسط PGPR از طریق افزایش مقاومت طبیعی گیاه میزبان در برابر پاتوژن‌های گیاهی و کاهش یا بازدارندگی از آثار مضر آنها شکل می‌گیرد [۱۰، ۲۳، ۳۵].

آثار مثبت تلقیح مشترک *Pseudomonas jessenii* (باکتری حل‌کننده فسفات) و *Mesorhizobium ciceri* بر رشد و عملکرد نخود در شرایط گلخانه و مزرعه مشاهده شده است [۵۶]. همچنین حداکثر افزایش معنادار در تعداد گره و وزن خشک گره، ریشه و ساقه در تیمار تلقیح ترکیبی *Mesorhizobium sp.* و *Pseudomonad fluorescens* نسبت به تلقیح‌های انفرادی این باکتری‌ها حاصل شد [۵۷]. طی آزمایشی تلقیح بذر نخود با باکتری‌های *Mesorhizobium ciceri* و *Bacillus megaterium* در مقایسه با شاهد (عدم تلقیح) سبب افزایش معنادار عملکرد دانه شد [۵۳]. محققان زیادی، افزایش رشد و عملکرد نخود بر اثر تلقیح با نژادهای مختلف ریزوبیوم و نیز PGPR را اثبات کرده‌اند [۱۸، ۴۳، ۴۵، ۵۶]. در گیاه لوبیا^۲ تلقیح مشترک بذر با نژادهای *Bacillus* و *Pseudomonas* وزن خشک ساقه، محتوای نیتروژن و فسفر گیاه را در مقایسه با تیمار شاهد (عدم تلقیح) و تیمار تلقیح جداگانه با باکتری ریزوبیوم افزایش داد [۳۷].

2. *Phaseolus vulgaris* L.

1. *Cicer arietinum* L.

اثر تلقیح بذر با ریزوبیوم و ریزوباکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه (PGPR) بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی در ...

در این آزمایش، سطوح آبیاری در دو سطح فاریاب (آبیاری مطلوب از سبز شدن تا رسیدگی محصول) و دیم (عدم آبیاری در کل طول دوره رشد) در کرت‌های اصلی و کودهای زیستی و شیمیایی در هفت سطح (شاهد یا عدم کاربرد کود، مصرف ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار در موقع کاشت، تلقیح بذر با *Mesorhizobium ciceri* نژاد SWRI-3، تلقیح با *Mesorhizobium ciceri* نژاد SWRI-17، ترکیب دو نژاد ریزوبیومی (SWRI-3+SWRI-17) PGPR و ترکیب همه کودهای زیستی (-PGPR+SWRI-3+SWRI-17) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. ریزوباکتری‌های تحریک‌کننده رشد گیاه (PGPR) مورد استفاده، ترکیبی از *Azospirillum Azotobacter chroococcum* strain 12 و *Pseudomonas flourescens* و *lipoferum* strain OF 169 بود. برخی ویژگی‌های مرتبط با خاک مزرعه محل اجرای آزمایش در جدول ۲ نشان داده شده است.

هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیرات تلقیح بذر با باکتری‌های ریزوبیومی و ریزوباکتری‌های تحریک‌کننده رشد گیاه بر برخی صفات زراعی، عملکرد دانه و اجزای عملکرد نخود در شرایط فاریاب و دیم است.

۲. مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر باکتری‌های ریزوبیومی و ریزوباکتری‌های تحریک‌کننده رشد گیاه بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد نخود زراعی در شرایط فاریاب و دیم، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان که از نظر جغرافیایی در عرض ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و طول ۴۸ درجه و ۱۶۳۴ متر از سطح دریا واقع شده است، اجرا شد. برخی ویژگی‌های اقلیمی محل اجرای آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های اقلیمی محل اجرای آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۰-۹۱

پارامترهای مربوط به دما و بارش	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر
بارندگی کل (mm)	۱	۸۲/۱	۱/۱	۲۶/۵	۴۵/۳	۲۱/۵	۹۴/۳	۵۵	۱۷/۷	۱/۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲
میانگین حداکثر حرارت روزانه (°C)	۲۳/۱	۹/۹	۷/۴	۶/۴	۲/۴	۵/۶	۱۵/۴	۲۲/۳	۲۶/۷	۳۰/۲	۳۲/۸	۲۹/۱	۲۴/۴
میانگین حداقل حرارت روزانه (°C)	۶/۴	۰/۶	-۵/۹	-۴/۶	-۷/۱	-۴/۹	۲/۶	۷/۲	۱۱/۱	۱۳/۷	۱۵/۸	۱۳/۴	۶/۹

جدول ۲. برخی ویژگی‌های مرتبط با خاک محل اجرای آزمایش

بافت خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی (ds/m)	ماده آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)
لوم شنی	۷/۶	۱/۲	۱/۷۵	۰/۲	۸/۴	۱۵۶

استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C صورت گرفت. همچنین ضرایب همبستگی صفات نیز با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS محاسبه شد.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. ارتفاع بوته

در این بررسی، ارتفاع بوته تحت تأثیر شرایط دیم قرار گرفت (جدول ۳). میانگین ارتفاع بوته در شرایط آبیاری مطلوب و دیم به ترتیب ۳۷/۱۶ و ۲۳/۸۵ سانتی‌متر بود. به عبارت دیگر، شرایط دیم موجب کاهش ۳۵ درصدی ارتفاع بوته شد. به نظر می‌رسد در شرایط دیم، افزایش سرعت نمو و کاهش دوره رشد به دلیل محدودیت رطوبت، سبب کاهش ارتفاع گیاه می‌شود. ارتفاع بوته‌های نخود تحت شرایط دیم در حدود ۳۰ درصد کاهش یافت (۵۴). کاهش مقدار آب در دسترس به خصوص در ابتدای دوره گلدهی ضمن کاهش سرعت رشد رویشی و کوتاه کردن رشد زایشی، به طور غیرمستقیم بر ارتفاع بوته نیز تأثیر منفی دارد [۳۰، ۵۰].

از طرف دیگر، اثر متقابل سطوح آبیاری در سطوح کودی نیز در این بررسی معنادار بود (جدول ۳). به این ترتیب که در شرایط آبیاری مطلوب بیشترین ارتفاع بوته از ترکیب کودهای ریزوبیومی (SWRI-3+SWRI-17) به دست آمد (جدول ۴). در همین شرایط، کمترین ارتفاع بوته از تیمار شاهد کودی (عدم مصرف کود نیتروژنه و کود زیستی) حاصل شد (جدول ۴). در شرایط دیم نیز بیشترین ارتفاع بوته از تیمار ترکیب کودهای ریزوبیومی (SWRI-3+SWRI-17) و کمترین میزان آن از تیمار کود نیتروژنه اوره به دست آمد (جدول ۴).

رقم نخود مورد استفاده در این آزمایش، 'آرمان' بود. به منظور تلقیح بذر با کودهای زیستی فوق، دوازده ساعت قبل از کاشت بذور در داخل مایع تلقیح فرموله شده خیسانده شدند و به ازای هر ۸۰ کیلوگرم نخود در حدود یک لیتر کود مایع زیستی استفاده شد. به عبارت دیگر، برای تلقیح بذور برای هر تیمار که در حدود یک کیلوگرم بذر را شامل می‌شد، ۱۵ میلی‌لیتر از کودهای زیستی استفاده شد. برای تیمارهای ترکیبی (SWRI-3+SWRI-17) و (PGPR+SWRI-3+SWRI-17) نیز این مقدار بین کودهای زیستی تقسیم و به نسبت‌های مساوی برای تلقیح به کار گرفته شد. عملیات کاشت در نیمه دوم فروردین سال زراعی ۱۳۹۰-۹۱ صورت گرفت. فاصله ردیف‌های کاشت ۵۰ و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کشت به صورت کپه‌ای صورت گرفت و به منظور جوانه‌زنی کافی و ضریب اطمینان بیشتر در هر کپه سه بذر کاشته شد. هر کرت آزمایش شامل پنج خط پنج متری بود. به منظور جلوگیری از انتقال جانبی باکتری‌ها بین هر کرت دو خط نکاشت و بین هر تکرار ۱/۵ متر فاصله در نظر گرفته شد. برای دستیابی به تراکم مورد نظر، عمل تنک کردن در مرحله سه‌برگی صورت گرفت. عملیات مبارزه با علف‌های هرز در دو نوبت به صورت وجین دستی صورت گرفت. در هر واحد آزمایشی دو ردیف از پنج ردیف و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای ردیف‌ها به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. به منظور تعیین اجزای عملکرد پس از برداشت نهایی از بین بوته‌های برداشته شده ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب شد و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف در بوته، وزن دانه در بوته، وزن صدانه، عملکرد زیستی، عملکرد دانه و شاخص برداشت اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین تیمارها با

اثر تلقیح بذر با ریزوبیوم و ریزوباکتری های افزایش دهنده رشد گیاه (PGPR) بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی در ...

جدول ۳. میانگین مربعات برخی صفات زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی رقم آرمان ۴ در سطوح مختلف کودهای زیستی و شیمیایی در شرایط آبیاری مطلوب و دیم

شاخص برداشت	عملکرد دانه	عملکرد زیستی	وزن صددانه	تعداد دانه		وزن غلاف در بوته	تعداد شاخه های جانبی	ارتفاع بوته	درجه آزادی	منابع تغییرات
				در بوته	تعداد دانه					
۳۴/۹۵**	۶۱۶۹۲ ^{ns}	۶۴۸۳۴ ^{ns}	۱۷/۵۳۴**	۱۶۳۱**	۰/۱۷۱ ^{ns}	۲۸/۴۰۲۱ ^{ns}	۳	تکرار		
۹۸۳/۵۵**	۵۶۶۹۹۳۸**	۱۳۳۴۰/۳۶**	۱۲/۸۳۱**	۱۴۶۱۱/۲۰**	۱۲۳۲/۰۰۹**	۲۸/۱۴۴۵**	۱	سطوح آبیاری		
۳۹/۹۲	۱۳۴۸۸۷	۸۷۸۰/۹	۱۹/۱۵۳	۳۳/۶۱	۰/۸۹۲	۰/۴۰۴۰	۳	خطای اصلی		
۳۱۹/۰۸**	۱۹۸۳۶۲۹**	۴۱۳۲۴/۸**	۴۷/۲۷۱**	۱۶۲/۱۴**	۲۱/۴۶۳**	۱/۰۵۷۰**	۶	سطوح کودی		
۲۴۲/۸۴**	۲۲۹۷۳۲**	۳۹۷۲۸/۳**	۲۰/۴۳۶**	۲۹/۴۶**	۳/۸۲۹**	۰/۵۲۸**	۶	سطوح آبیاری × سطوح کودی		
۷/۶۶	۸۶۶۶	۶۳۷۷۶	۳/۴۴۳	۱/۲۰	۰/۰۸۴	۰/۱۳۲۳	۳۶	خطای کل		
۵/۸۰	۱۲/۰۵	۱۴/۱۳	۸/۰۳	۵/۰۳	۴/۵۴	۱۱/۹۹	۳/۳۹	ضریب تغییرات (/)		

ns و **: به ترتیب نبود تفاوت معنادار، تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

و جیده خالق نژاد و فرهاد چباری

جدول ۴. مقایسه میانگین برخی صفات زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی رقم 'آرمان' در شرایط آبیاری مطلوب و دیم در سطوح مختلف کودهای زیستی و شیمیایی.

شاخص برداشت (%)	عملکرد دانه (kg/ha)		عملکرد زیستی (kg/ha)		وزن صدادانه (gr)		تعداد دانه در بوته		وزن غلاف در بوته (gr)		تعداد شاخه‌های جانبی		ارتفاع بوته (cm)		سطوح کودی
	مطلوب	دیم	مطلوب	دیم	مطلوب	دیم	مطلوب	دیم	مطلوب	دیم	مطلوب	دیم	مطلوب	دیم	
۳۰/۰۴	۴۷/۱۱ ^d	۵۴/۸ ^b	۱۱۸۹ ^g	۱۱۸۹ ^g	۲۲۲۳ ^{ef}	۲۰/۶۸ ^e	۱۳/۱۸ ^b	۲۸/۸۵ ^f	۰/۸۰۷۳ ^h	۷/۶۵۰ ^e	۴/۹۷۵ ^e	۳/۵۵۰ ^{bc}	۲۲/۴۲ ^h	۲۹/۸۰ ^e	شاهد
۳۱/۱۶ ^f	۵۳/۶۴ ^b	۴۳/۵ ^b	۱۴۶۴ ^h	۱۴۶۴ ^h	۲۷۴۱ ^d	۲۲/۱۴ ^{cd}	۹/۸۳ ^h	۳۳/۳۰ ^e	۰/۸۱۹۴ ^h	۹/۴۶۸ ^d	۲/۱۲۵ ^{de}	۳/۶۰۰ ^e	۲۰/۱۰ ⁱ	۳۵/۸۸ ^d	شاهد
۴۹/۲۳ ^{cd}	۴۹/۳۱ ^{cd}	۹۸۳/۴ ^g	۱۹۹۴ ^g	۱۹۹۴ ^g	۳۳۵۰ ^c	۲۳/۰۴ ^{bcd}	۲۱/۳۴ ^g	۳۵/۸۸ ^d	۱/۵۳۶ ^g	۱۰/۶۳ ^c	۲/۸۵۰ ^{de}	۳/۵۰۰ ^{bc}	۲۴/۱۷ ^{gh}	۳۸/۱۶ ^{bc}	شاهد
۵۲/۸۶ ^{bc}	۵۵/۶۶ ^b	۱۲۸۲ ^{ef}	۱۹۶۵ ^b	۱۹۶۵ ^b	۳۵۵۶ ^c	۲۵/۰۶ ^{bc}	۲۹/۱۱ ^a	۳۹/۲۸ ^c	۱/۸۷۶ ^g	۱۲/۶۱ ^b	۲/۳۰۰ ^{de}	۳/۳۲۵ ^{bc}	۲۵/۵۹ ^g	۳۷/۱۴ ^{cd}	شاهد
۴۶/۱۷ ^d	۴۹/۱۴ ^{cd}	۱۰۰۸ ^e	۱۷۱۵ ^{hcd}	۱۷۱۵ ^{hcd}	۳۴۸۹ ^e	۲۰/۵۵ ^e	۲۴/۵۸ ^g	۴۱/۸۰ ^b	۱/۵۶۸ ^g	۱۱/۰۵ ^c	۲/۴۷۵ ^{de}	۳/۸۰۰ ^b	۲۲/۳۳ ^h	۳۸/۸۸ ^b	شاهد
۳۵/۶۹ ^e	۵۳/۵۰ ^b	۹۵۱/۴ ^e	۱۷۳۶ ^{bc}	۱۷۳۶ ^{bc}	۳۶۸۹ ^{bc}	۲۲/۵۸ ^{cd}	۲۱/۱۰ ^g	۳۸/۵۵ ^c	۱/۵۶۴ ^g	۱۱/۰۵ ^c	۲/۴۷۵ ^{de}	۴/۹۷۵ ^e	۲۶/۰۲ ^f	۴۰/۶۳ ^{ab}	شاهد
۵۵/۲۷ ^b	۵۹/۶۵ ^a	۱۹۴۰ ^b	۴۲۲۴ ^a	۴۲۲۴ ^a	۴۰۱۴ ^{ab}	۲۵/۷۰ ^b	۲۴/۸۳ ^{bcd}	۴۸/۲۰ ^a	۳/۷۵ ^f	۱۴/۹۳ ^{ab}	۲/۵۷۵ ^d	۳/۸۵۰ ^b	۲۴/۲۹ ^{gh}	۳۹/۷۰ ^{ab}	شاهد

میانگین‌های دارای حروف مشابه تفاوت معناداری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

آن از تیمار شاهد کودی حاصل شد (جدول ۴). در واقع کاربرد تلقیحی کودهای ریزوبیومی و PGPR، میزان فتوسنتز، جذب عناصر غذایی و رشد ریشه را افزایش می‌دهد [۹، ۵۹] و موجب افزایش تعداد شاخه‌های جانبی می‌شود.

۳.۳. وزن غلاف در بوته

وزن غلاف در بوته در این بررسی تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول ۳). در شرایط آبیاری مطلوب و دیم میانگین وزن غلاف در بوته به ترتیب ۱۱/۰۶ و ۱/۶۸ گرم بود. به عبارتی تنش خشکی ناشی از شرایط دیم موجب کاهش تقریباً ۸۵ درصدی وزن غلاف در بوته شد. همچنین اثر متقابل سطوح آبیاری در سطوح کودی نیز معنادار بود (جدول ۳). در شرایط آبیاری مطلوب بیشترین میزان وزن غلاف در بوته از تیمار ترکیب همه کودهای زیستی (3-SWRI+PGPR+SWRI-17) و کمترین میزان آن از تیمار شاهد کودی به دست آمد (جدول ۴). نتایج مشابهی نیز در مورد این صفت در شرایط دیم حاصل شد (جدول ۴). تیمار ترکیب همه کودهای زیستی (PGPR+SWRI-17+3) به دلیل دسترسی بیشتر نخود به آب و مواد غذایی و اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به غلاف‌ها موجب افزایش وزن نیام در مقایسه با سایر تیمارها شد. این نتایج با مطالعه‌ای که اثر تلقیح بذر لویبا با ریزوبیوم و PGPR را بررسی کرده بود، مطابقت دارد [۶۰].

۴.۳. تعداد غلاف در بوته یا تعداد دانه در بوته

از آنجا که در هر غلاف در کلیه تیمارهای این آزمایش، تنها یک عدد بذر وجود داشت، تعداد غلاف در بوته معادل تعداد دانه در بوته خواهد بود. بنابراین، صفت تعداد نیام در بوته که جزء اجزای عملکرد نخود است، آورده نمی‌شود. شرایط دیم به‌طور معناداری موجب کاهش تعداد دانه در

به‌نظر می‌رسد تیمار ترکیب کودهای زیستی ریزوبیومی با افزایش دسترسی نخود به نیتروژن در هر دو شرایط فاریاب و دیم، سبب حصول ارتفاع بوته بیشتر در مقایسه با تیمار شاهد کودی و کود نیتروژنه اوره شد. افزایش ارتفاع بوته‌های نخود بر اثر تلقیح مشترک با ریزوبیوم و PGPR حاوی نژادهای مختلف *Pseudomonas fluorescens* در مطالعات مختلفی گزارش شده است [۱۵، ۳۹]. افزایش ارتفاع بوته به‌شرطی که به ایجاد تعداد شاخه‌های فرعی بیشتر منجر شود و تعداد بیشتری غلاف در بوته و دانه در غلاف تولید کند، ارزشمند است.

۲.۳. تعداد شاخه‌های جانبی

تعداد شاخه‌های جانبی در دو شرایط آبیاری مطلوب و دیم تفاوت معناداری داشت (جدول ۳). میانگین شاخه‌های جانبی در شرایط آبیاری مطلوب و دیم به ترتیب ۳/۷۴ و ۲/۳۲ بود و شرایط دیم موجب کاهش تقریباً ۳۸ درصدی این صفت شد. تنش خشکی در لویبا چیتی موجب کاهش تعداد شاخه‌های جانبی شد [۶]. در واقع در شرایط دیم، کمبود آب سبب کاهش فتوسنتز، کاهش سطح برگ و عدم تشکیل شاخه‌های فرعی می‌شود. کاهش فضا برای رشد بوته و افزایش رقابت بین‌گونه‌ای، کاهش جذب مواد غذایی و آب از جمله عوامل مؤثر بر کاهش تعداد شاخه‌های فرعی است [۱۳].

همچنین در این مطالعه، اثر متقابل سطوح آبیاری و سطوح کودی از نظر تعداد شاخه‌های جانبی معنادار بود (جدول ۳). در شرایط آبیاری مطلوب بیشترین تعداد شاخه جانبی از تیمار ترکیب کودهای ریزوبیومی (SWRI-17+3) و کمترین تعداد آن از تیمار کود نیتروژنه اوره به دست آمد (جدول ۴). در شرایط دیم نیز بیشترین تعداد شاخه‌های جانبی از تیمار ترکیب همه کودهای زیستی (PGPR+SWRI-17+3) و کمترین تعداد

و افزایش تعداد شاخه‌های جانبی و در نتیجه افزایش تعداد نیام و تعداد دانه در هر بوته می‌شود.

۵.۳. وزن صددانه

در شرایط دیم وزن صددانه تفاوت معناداری با شرایط آبیاری مطلوب داشت (جدول ۳). وزن صددانه در شرایط آبیاری مطلوب و دیم به ترتیب ۲۳/۵۷ و ۲۲/۸۲ گرم بود. در واقع شرایط دیم کاهش در حدود ۳ درصد در وزن صددانه ایجاد کرد. کاهش وزن صددانه نخود در شرایط تنش خشکی مشاهده شده است [۱]. به نظر می‌رسد کمبود رطوبت سبب کاهش تولید و انتقال فتواسیمیلات‌ها به دانه شده و از طرف دیگر، کاهش طول دوره رشد سبب پر نشدن کامل دانه و تولید دانه‌های کوچک‌تر در شرایط تنش رطوبتی می‌شود. محدودیت رطوبت در مراحل غلاف‌بندی و پر شدن دانه‌ها موجب کاهش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه چروک شدن دانه‌ها می‌شود [۵]. همچنین این کاهش به علت آثار منفی تنش بر روی سطح برگ، فتوسنتز، پوشش گیاهی، سرعت رشد محصول و اجزای مختلف عملکرد است [۴۰].

طبق نتایج موجود، اثر متقابل سطوح آبیاری و سطوح کودی معنادار به دست آمد (جدول ۳). در هر دو شرایط (آبیاری مطلوب و دیم)، بیشترین میزان وزن صددانه از تیمار کود ریزوبیومی SWRI-17 به دست آمد (جدول ۴). افزایش وزن صددانه لوبیا بر اثر تلقیح با *Rhizobium phaseoli* و PGPR در مقایسه با شاهد (عدم تلقیح) گزارش شده است [۶۱]. همچنین افزایش وزن صددانه نخود بر اثر تلقیح با سویه‌های مختلف ریزوبیوم مشاهده شد [۴]. تلقیح بذر با کودهای زیستی موجب بهبود رشد ریشه، افزایش محتوای نسبی آب و فتوسنتز می‌شود که در نهایت به تولید دانه‌های درشت‌تر با وزن هزاردانه بیشتر می‌انجامد [۹، ۶۰].

بوته شد (جدول ۳). میانگین تعداد دانه در بوته در شرایط آبیاری مطلوب و دیم به ترتیب ۳۷/۹۸ و ۲۱/۲۹ عدد بود و شرایط دیم سبب کاهش ۴۴ درصدی این صفت شد. شرایط دیم یا تنش خشکی سبب می‌شود گل‌ها ریزش کنند یا نسبت گل‌های بارور در روی ساقه اصلی کاهش یابد که بدین ترتیب تعداد غلاف روی ساقه و در نهایت تعداد دانه در بوته کم می‌شود [۲۰]. کاهش تعداد دانه در بوته نخود تحت تأثیر تنش خشکی مشاهده شده است [۶]. گیاهان دارای سازوکارهایی هستند که اندازه مخزن را براساس مقدار آسیمیلات‌های موجود تنظیم می‌کنند [۲۹]. بنابراین در شرایط تنش خشکی که کمبود آب موجب بسته شدن روزنه‌ها و کاهش فتوسنتز و در نهایت، کاهش آسیمیلات‌ها می‌شود، گیاه با ریزش گل‌ها و غلاف‌های خود اندازه مخزن را کاهش می‌دهد و این امر خود سبب کاهش تعداد دانه در بوته و به دنبال آن کاهش عملکرد می‌شود. تنش خشکی بر تعداد دانه در بوته نخود نیز تأثیر منفی داشته است [۳۳، ۵۵، ۶۴].

همچنین با توجه به معنادار بودن اثر متقابل سطوح آبیاری در سطوح کودی (جدول ۳)، بیشترین و کمترین تعداد دانه در بوته در شرایط آبیاری مطلوب به ترتیب از تیمارهای ترکیب همه کودهای زیستی (-PGPR+SWRI-17+3) و شاهد کودی حاصل شد (جدول ۴). در شرایط دیم نیز بیشترین تعداد دانه در بوته از تیمار ترکیب همه کودهای زیستی (-PGPR+SWRI-17+3) به دست آمد (جدول ۴). در تحقیقاتی در زمینه اثر تلقیح بذر نخود با نژادهای مختلف ریزوبیوم و PGPR، تعداد دانه در بوته تیمارهای تلقیح شده نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) افزایش معنادار داشت [۳۹]. استفاده تلفیقی از کودهای زیستی به دلیل افزایش جذب عناصر غذایی، فتوسنتز و رشد ریشه، موجب کاهش ریزش گل‌های بارور

۶.۳. عملکرد زیستی

در این بررسی، عملکرد زیستی در شرایط آبیاری مطلوب و دیم به‌طور معناداری متفاوت بود (جدول ۳). در شرایط آبیاری مطلوب و دیم عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب ۳۳۲۴/۳۸ و ۲۳۴۸/۲۲ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. به‌عبارت دیگر، تنش خشکی ناشی از شرایط دیم موجب کاهش حدود ۳۰ درصدی در عملکرد زیستی شد. در مطالعه‌ای ۲۲ تا ۳۵ درصد کاهش در عملکرد زیستی نخود بر اثر تنش خشکی گزارش شده است [۶].

اثر متقابل سطوح آبیاری در سطوح کودی نیز در این بررسی معنادار بود (جدول ۳). در شرایط آبیاری مطلوب تیمار ترکیب همه کودهای زیستی (PGPR+SWRI-17+3) بیشترین، و تیمار شاهد کمترین عملکرد زیستی را به خود اختصاص داده بود (جدول ۴). در شرایط دیم نیز بیشترین عملکرد زیستی از تیمار ترکیب همه کودهای زیستی (PGPR+SWRI-3+SWRI-17) و کمترین میزان آن از کود نیتروژنه اوره حاصل شد (جدول ۴). افزایش ۷۶ تا ۸۴ درصدی وزن خشک کل نخود بر اثر تلقیح با ریزوبیوم و PGPR در مقایسه با تیمار شاهد (عدم تلقیح) گزارش شده است [۵۷]. در یک بررسی، کاربرد کود زیستی موجب افزایش تولید ماده خشک در ذرت شد که این اثر را می‌توان به افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه رشد بهتر گیاه نسبت داد [۲۴]. ریزوباکتری‌های تحریک‌کننده رشد گیاه علاوه بر توانایی تثبیت نیتروژن به تولید مواد گوناگون محرک رشد، نظیر ایندول استیک اسید، جیبرلین و نیز ویتامین‌ها کمک می‌کنند [۶۳]. کاربرد کودهای زیستی غیر از تثبیت نیتروژن، موجب تولید اکسین می‌شود که این امر، تحریک تولید تارهای کشنده و بنابراین جذب مواد غذایی بیشتر را در پی دارد و در نهایت، تولید ماده خشک گیاه را بهبود می‌بخشد [۳۴]. افزایش ۳۲ و ۱۸ درصدی تولید ماده خشک ذرت در اثر تلقیح بذر با این

بakterی گزارش شده است [۶۲، ۱۱]. همچنین وزن خشک اندام‌های هوایی ذرت بر اثر کاربرد باکتری‌های محرک رشد، افزایش یافت [۲۵]. افزایش عملکرد زیستی بر اثر تلقیح بذر نخود با باکتری‌های ریزوبیوم هم در مطالعه‌ای گزارش شده است [۴۲].

۷.۳. عملکرد دانه در هکتار

عملکرد دانه نخود تحت تأثیر شرایط دیم قرار گرفت (جدول ۳). میانگین عملکرد دانه در شرایط فاریاب و دیم به‌ترتیب ۱۷۲۳ و ۱۰۲۰ کیلوگرم در هکتار بود. به‌عبارت دیگر، شرایط دیم باعث کاهش ۴۰ درصد عملکرد دانه نخود شد. در آزمایشی نشان داده شد که عملکرد دانه نخود از ۲۷۶۶ کیلوگرم در هکتار در شرایط آبیاری کافی به ۹۰۹ کیلوگرم در شرایط دیم کاهش یافت، به‌عبارت دیگر کاهش ۶۷ درصدی رخ داد [۳۷]. عملکرد دانه نخود در اثر آبیاری ۷۴-۱۲۴ درصد افزایش یافت [۴۴]. در واقع در اثر تنش خشکی، پوشش سبز و طول مراحل مختلف رشد گیاه کاهش یافت که سبب شد عملکرد دانه در واحد سطح کاهش پیدا کند. این کاهش به‌علت آثار منفی تنش بر روی سطح برگ، فتوسنتز، پوشش گیاهی، سرعت رشد محصول و اجزای مختلف عملکرد است [۴۰]. همچنین کاهش عملکرد ناشی از تنش خشکی به‌علت افزایش در سرعت پیری برگ‌ها و کاهش دوره پر شدن دانه‌ها است [۱۴].

اثر متقابل سطوح آبیاری در سطوح کودی از لحاظ عملکرد دانه معنادار بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب از تیمار ترکیب همه کودهای زیستی (SWRI-3+SWRI-17+PGPR) و کمترین عملکرد دانه در همین شرایط از شاهد کودی به‌دست آمد. در شرایط دیم هم بیشترین عملکرد دانه از ترکیب همه کودهای زیستی (SWRI-3+SWRI-17+PGPR) و کمترین آن از تیمار کود نیتروژنه اوره به‌دست آمد (جدول ۴).

ساخته شده از منبع به مخزن است. بدیهی است هرچه مواد فتوسنتزی بیشتری از اندام‌های سبز گیاه به دانه منتقل شود، عملکرد دانه افزایش می‌یابد (۴۹، ۵۰). به نظر می‌رسد فراهمی رطوبت در مرحلهٔ پر شدن دانه سبب افزایش شاخص برداشت می‌شود، زیرا فراهمی رطوبت تأثیر مثبت بر فتوسنتز جاری دارد. عملکرد گیاه نتیجهٔ تخصیص مواد فتوسنتزی به اندام‌های اقتصادی گیاه است که از طریق روابط متعادل بین منبع و مخزن حاصل می‌شود یا به عبارت دیگر، موازنهٔ صحیح بین منبع و مخزن عامل مهم دستیابی به عملکردهای مطلوب است [۶]. در واقع در شرایط دیم، دورهٔ پر شدن دانه کاهش می‌یابد، تعداد دانه در نیام و همچنین وزن دانه افت می‌کند و به دنبال کاهش عملکرد دانه، شاخص برداشت نیز کم می‌شود.

در این بررسی اثر متقابل سطوح آبیاری در سطوح کودی نیز معنادار بود (جدول ۳). در شرایط آبیاری مطلوب بیشترین میزان شاخص برداشت از تیمار ترکیب همهٔ کودهای زیستی (PGPR+SWRI-3+SWRI-17) و کمترین میزان آن از تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۴). در شرایط دیم نیز تیمار ترکیب همهٔ کودهای زیستی (PGPR+SWRI-3+SWRI-17) بیشترین میزان شاخص برداشت را حاصل کرد (جدول ۴). دلیل افزایش شاخص برداشت در اثر تلقیح مشترک با همهٔ کودهای زیستی (PGPR+SWRI-3+SWRI-17) این است که تلقیح مشترک سبب افزایش تعداد دانه، وزن دانه، تعداد نیام و در نهایت، عملکرد دانه می‌شود و هرچند عملکرد زیستی را هم زیاد می‌کند، افزایش عملکرد دانه بیشتر از عملکرد زیستی است.

۹.۳. ضرایب همبستگی

نتایج، ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد را در شرایط آبیاری مطلوب و دیم نشان می‌دهد (جدول ۵).

مصرف کودهای زیستی (چه به صورت منفرد و چه به صورت ترکیبی) نیز سبب عملکرد دانهٔ بیشتر نسبت به تیمار شاهد کودی (عدم مصرف کود) و تیمار کود نیتروژنهٔ اوره در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و دیم شد. در شرایط فاریاب، تلقیح بذر با تیمار ترکیب همهٔ کودهای زیستی (PGPR+SWRI-3+SWRI-17) و تیمار ترکیب کودهای ریزوبیومی (SWRI-3+SWRI-17) نسبت به شاهد به ترتیب ۴۹ و ۲۳ و در شرایط دیم به ترتیب ۷۲ و ۲۱ درصد افزایش داشت.

افزایش عملکرد دانه بر اثر تلقیح ریزوبیومی در دو رقم نخود، ۷۲ و ۷۰ درصد گزارش شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد [۱۸]. در آزمایشی دربارهٔ بررسی آثار تلقیح ریزوبیومی بر عملکرد دانه و محتوای پروتئین شش رقم نخود، عملکرد دانه به طور معناداری در مقایسه با شاهد (عدم تلقیح) افزایش یافت [۱۸]. افزایش عملکرد دانه بر اثر تلقیح با کودهای زیستی ممکن است به دلیل آثار مثبت بر میزان فتوسنتز [۹]، تثبیت نیتروژن و فعالیت آنزیم نیتروژناز [۴۸]، تسهیل جذب عناصر غذایی [۱۷] و افزایش بیوماس ریشه و ساقه [۲۲] باشد.

۸.۳. شاخص برداشت

در این بررسی، شرایط دیم تأثیر معناداری بر شاخص برداشت داشت (جدول ۳). میزان شاخص برداشت در شرایط آبیاری مطلوب و دیم به ترتیب ۵۱/۹ و ۴۳/۵ درصد بود. به عبارت دیگر، شرایط دیم، شاخص برداشت را در حدود ۱۶ درصد کاهش داد. شاخص برداشت در شرایط تنش خشکی به طور معناداری تحت تأثیر قرار می‌گیرد [۴۹]. کاهش شاخص برداشت بر اثر شرایط دیم ممکن است به دلیل کاهش سطح فتوسنتزکننده و کاهش انتقال مجدد مواد فتوسنتز شده در مرحلهٔ پر شدن دانه‌ها نیز باشد [۱۶]. شاخص برداشت بیانگر میزان انتقال مواد آلی

اثر تلقیح بذر با ریزوبیوم و ریزوباکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه (PGPR) بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی در ...

است. نتایج نشان می‌دهد که در شرایط آبیاری مطلوب، تعداد دانه اهمیت بیشتری نسبت به اندازه دانه در تعیین عملکرد دارد. در این شرایط، بین عملکرد دانه با شاخص برداشت و تعداد شاخه‌های فرعی همبستگی معناداری مشاهده نشد (جدول ۵). در شرایط دیم، عملکرد با تمام اجزای محاسبه‌شده همبستگی مثبت و معناداری داشت (جدول ۵). در شرایط دیم هم همانند شرایط آبیاری مطلوب، بیشترین عملکرد دانه از بوته‌های درشت‌تر با ارتفاع بیشتر حاصل شد. در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و دیم، بیشترین همبستگی عملکرد دانه با وزن غلاف تک‌بوته به‌دست آمد (جدول ۵).

همان‌طور که مشاهده می‌شود، در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و دیم همبستگی مثبت و معناداری بین برخی اجزای عملکرد با عملکرد دانه وجود دارد. در شرایط آبیاری مطلوب بیشترین همبستگی مثبت و معنادار به ترتیب در صفات وزن غلاف در بوته، عملکرد زیستی، تعداد دانه در بوته، ارتفاع بوته و وزن صددانه مشاهده شد (جدول ۵). به‌عبارت دیگر، طبق یافته‌های این بررسی در محیط‌های دارای آب کافی ارقامی از نخود که بوته‌های درشت‌تر، با ارتفاع بیشتر داشته باشند، از عملکرد دانه بیشتری برخوردار خواهند بود. محققان بر این یافته تأکید کرده‌اند [۲]. عملکرد دانه، حاصل تعداد دانه و اندازه دانه

جدول ۵. ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری‌شده در شرایط آبیاری مطلوب (اعداد بالا) و دیم (اعداد پایین)

صفات مورد ارزیابی	شاخص برداشت	عملکرد زیستی	وزن صددانه	وزن غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد شاخه‌های فرعی	ارتفاع بوته
عملکرد دانه	۰/۲۵۳ ^{NS}	۰/۹۵۲ ^{**}	۰/۶۰۴ ^{**}	۰/۹۹۹ ^{**}	۰/۹۲۱ ^{**}	۰/۱۵۴ ^{NS}	۰/۷۰۹ ^{**}
ارتفاع بوته	-۰/۳۶۷ ^{NS}	۰/۸۴۶ ^{**}	۰/۴۰۳ [*]	۰/۷۰۶ ^{**}	۰/۹۶۰ ^{**}	۰/۴۴۷ [*]	۰/۳۸۴ [*]
تعداد شاخه‌های فرعی	۰/۳۳۳ ^{NS}	۰/۴۳۸ [*]	-۰/۰۳۸ ^{NS}	۰/۴۲۸ [*]	۰/۲۱۸ ^{NS}	۰/۳۲۰ ^{NS}	۱
تعداد دانه در بوته	۰/۱۳۶ ^{NS}	۰/۹۰۹ ^{**}	۰/۲۵۱ ^{NS}	۰/۹۲۶ ^{**}	۱		
وزن غلاف در بوته	۰/۷۹۹ ^{**}	۰/۹۷۲ ^{**}	۰/۱۵۰ ^{NS}	۰/۹۷۷ ^{**}			
وزن ۱۰۰ دانه	۰/۲۷۵ ^{NS}	۰/۵۳۶ ^{**}	۱				
عملکرد زیستی	-۰/۰۵۰ ^{NS}	۰/۶۶۹ ^{**}					
شاخص برداشت	۱						

NS، * و ** به ترتیب: نبود تفاوت معنادار، و تفاوت معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

صددانه نشان داد. به عبارت دیگر در گیاه نخود هم همانند اکثر گیاهان زراعی، تعداد دانه نسبت به اندازه دانه سهم بیشتری در تعیین عملکرد دارد.

۴. نتیجه گیری

به طور خلاصه، تنش خشکی ناشی از شرایط دیم موجب کاهش ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد دانه در بوته، وزن صددانه، عملکرد دانه و زیستی و شاخص برداشت شد. در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و دیم تلقیح بذر با کودهای زیستی موجب حصول عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با شاهد و کود نیتروژنه اوره شد. در عین حال، استفاده ترکیبی از کودهای زیستی موجب حصول عملکرد دانه بیشتر در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و دیم شد. تیمار ترکیب همه کودهای زیستی به دلیل تولید تعداد شاخه جانبی، وزن غلاف در دانه، وزن صددانه و عملکرد زیستی بیشتر از عملکرد دانه بالاتری در هر دو شرایط فاریاب و دیم برخوردار بود.

منابع

۱. امیری‌ده احمدی س، پارسا م، نظامی ا و گنجعلی ع (۱۳۸۹) تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشدی بر شاخص‌های رشد نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط گلخانه. پژوهش‌های حبوبات ایران. ۱(۲): ۶۹-۸۴
۲. پارسا م و باقری ع ر (۱۳۸۷) حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۳. صباحی ح، میرزایی ر، فرزانه س و مهدوی دامغانی ع (۱۳۸۹) کتاب جامع کودهای زیستی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
۴. محمدی م، مجنون حسینی ن، اسماعیلی ع، دشتکی م

تحقیقات در مورد ۲۰ رقم نخود زراعی نشان داد عملکرد دانه در گیاه به طور مثبت و معناداری با تعداد دانه در بوته و وزن صددانه همبستگی دارد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت داشت [۴۷]. در مطالعه حاضر، همبستگی مثبت قوی بین عملکرد زیستی، شاخص برداشت، تعداد دانه در بوته و وزن غلاف در بوته با عملکرد دانه مشاهده شد که این نتایج با یافته‌های مطالعات مختلفی که اعلام داشتند عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در گیاه، وزن صددانه و ارتفاع بوته، اجزای اصلی عملکرد در نخود زراعی‌اند مطابقت دارد [۱۲، ۲۸]. یک بررسی بر روی پنج رقم نخود زراعی نشان داد که از هشت صفت مورد مطالعه به ترتیب وزن صددانه، تعداد دانه در بوته و ارتفاع بوته بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد گیاه داشتند [۲۲]. همچنین مطالعه ارقام نخود سودانی نشان داد که صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد دانه در بوته بیشترین آثار مستقیم را بر عملکرد دانه داشتند و در برنامه‌های اصلاحی این صفات باید در اولویت قرار گیرند [۳۸].

افزایش وزن صددانه، وزن دانه در بوته و تعداد دانه در غلاف در شرایطی حاصل می‌شود که رقابت بین بوته‌ها و داخل بوته‌ها حداقل باشد. از طرف دیگر، تولید ماده خشک زیاد، به ویژه قبل از وقوع رشد زایشی، موجب افزایش توان فتوسنتزی گیاه می‌شود و گیاه قادر خواهد بود مواد فتوسنتزی لازم برای پر شدن دانه‌ها را تولید کند. در نتیجه شاخص برداشت و در نهایت عملکرد دانه در واحد سطح افزایش می‌یابد. وجود همبستگی قوی و مثبت بین عملکرد دانه و اجزای تعداد دانه در بوته و عملکرد تک‌بوته مؤید این است که این دو جزء در مقایسه با تعداد غلاف در ساقه اصلی، اهمیت بیشتری در تشکیل عملکرد دانه در نخود دارند.

در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و دیم عملکرد دانه با تعداد دانه در بوته همبستگی قوی‌تری نسبت به وزن

اثر تلقیح بذر با ریزوبیوم و ریزوباکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه (PGPR) بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی در ...

12. Çiftçi V, Toay Y and Doan Y (2004) Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*. 3(5): 632-635.
13. Cox WJ (1996) Whole-plant physiological and yield response to plant density. *Agronomy*. 88: 489-496.
14. De Souza PI, Egli DB and Brucening WP (1997) Water stress during seed filling and leaf senescence in soybean. *Agronomy*. 89: 807-812.
15. Dileep Kumar SB, Berggen I and Martensson AM (2001) Potential for improving pea production by coinoculation with *Pseudomonas fluorescens* and *Rhizobium*. *Plant and Soil*. 229: 25-34.
16. El-Desuki M, Hafez M, Mahmoud A and Abd El-Al S (2010) Effect of organic and biofertilizer on the plant growth, green pod yield, quality of pea. *International Journal of Academic Research*. 2(1): 87-92.
17. Elkoca E, Kantar F and Sahin F (2008) Influence of nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria on nodulation, plant growth and yield of chickpea. *Journal of Plant Nutrient*. 33: 157-171.
18. Elsheikh EAE and Hadi EAE (1999) Effect of *Rhizobium* inoculation and nitrogen fertilization on yield and protein content of six chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in marginal soils under irrigation. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 54: 57-63.
19. FAOSTAT Agriculture Data (2012) <http://faostat.fao.org>.
20. Frederick JR, Camp JRC and Bauer PJ (2001) Drought-stress effects on branch main stem seed yield and yield component of determinate soybean. *Crop Science*. 41: 759-776.
21. Glick BR, Patten CL, Holguin G and Penrose MD (1999) Biochemical and Genetic Mechanisms Used by Plant Growth Promoting Bacteria. Imperial College Press, London, UK.
- و محمدعلی پوره (۱۳۹۰) بررسی تأثیر کاربرد سویه‌های همزیست ریزوبیومی و کود نیتروژن بر میزان کلروفیل برگ، عملکرد دانه و اجزای عملکرد در سه رقم لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.). *علوم زراعی ایران*. ۴۲(۳): ۵۳۵-۵۴۳.
۵. محمدی غ ک، قاسمی گلعدانی ع، جوانشیر ب و مقدم ع (۱۳۸۵) تأثیر محدودیت آب بر عملکرد سه رقم نخود. *علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*. ۱۰(۲): ۱۰۹-۱۲۰.
6. Acosta Gallegos JA and Shibata JK (1989) Effect of water stress on growth and yield of indeterminate dry-bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars. *Field Crop Research*. 20: 81-93.
7. Asgharzadeh A, SalehRastin N and Mohammadi M (1999) Investigation of potential of symbiosis nitrogen fixation of indigenous Mesorhizobium ciceri with two varieties of *Cicer arietinum* in Iran. *Soil and Water*. 12: 1-8.
8. Auld DL, Crock JE and Kephart KD (1988) Planting date and temperature effect on germination, emergence and seed yield of chickpea. *Agronomy*. 80: 909-914.
9. Bambara S and Ndakidemi PA (2009) Effects of *Rhizobium* inoculation, lime and molybdenum on photosynthesis and chlorophyll content of *Phaseolus vulgaris* L. *African Journal of Microbiology Research*. 3(11): 791-798.
10. Cartieaux F, Thibaud MC, Zimmerli L, Lessard P and Sarrobert C (2003) Transcriptome analysis of *Arabidopsis* colonized by a plant growth promoting rhizobacteria reveals a general effect on disease resistance. *Plant*. 36: 177-188.
11. Chabot R, Antoun H and Cescas MP (1993) Stimulation of the growth of maize and lettuce by inorganic phosphorus-solubilizing microorganisms. *Canadian Journal of Microbiology*. 39: 941-947.

22. Güler M, Adak MS and Ulukan H (2001) Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). European Journal Agronomy. 14: 161-166.
23. Handelsmen J and Stabb V (1996) Biocontrol of Borne Plant. Cell. 8: 1855-1869.
24. Hodge T and Evans DW (1992) Leaf emergence and leaf duration related to thermal time calculations in Ceres-Maize. Agronomy Journal. 84: 742-730.
25. Javed M, Arshad M and Ali K (1998) Evaluation of rhizobacteria for their growth promoting activity in maize. Pakistan Journal of Soil Science. 14: 36-42.
26. Kapulnik Y, Sarig S, Nur A, Okon Y and Henis Y (1982) The effect of Azospirillum inoculation on growth and yield of corn. Israel Journal of Botany. 31: 247-255.
27. Klopper JW, Lifshitz R and Zablotowicz R (1989) Free- living bacteria inocula for enhancing crop productivity. Trends Biotechnol. 7: 39-44.
28. Kumar L and Arora PP (2001) Basis of selection in chickpea. International Chickpea Newsletter. 24: 14-15.
29. Kumudini S (2002) Trials and tribulations. A review of the role of assimilate supply in soybean genetics yield improvement. Field Crop Research. 75: 211-222.
30. Malhotra RS, Singh KB and Saxena MC (1997) Effect of irrigation on winter sown chickpea in a Mediterranean environment. Journal of Agronomy Crop Sciences. 178: 237-243.
31. McKenzie BA and Hill GD (1995) Growth and yield of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties in Canterbury, New Zealand. New Zealand Journal of Horticultural Crop Sciences. 23: 467-474.
32. Michel BE and Kaufman MR (1973) The osmotic potential of polyethylenglycol 6000. Plant Physiology. 51: 914-916.
33. Mirza MS, Rasul G, Mehnazs Ladha JK, Ali S and Malik KA (2000) Beneficial effects of inoculated nitrogen-fixing bacteria on rice. In: Ladha JK and Reddy PM (eds.) The quest for nitrogen fixation in rice. International Rice Research Institute. Pp. 191-204.
34. Nehl DB, Allen SJ and Brown JF (1996) Deleterious rhizosphere bacteria: An integrating perspective. Applied Soil Ecology. 5: 1-20.
35. Oliveria S, Dusica D, Dragana J, Dorde K, Natasha R and Jelena KV (2011) Improvement of common bean growth by co-inoculation with Rhizobium and plant growth promoting bacteria. Romanian Biotechnological Letters. 16(1): 5920-5926.
36. Onyari CAN, Ouma JP and Kibe AM (2010) Effect of tillage method and sowing time on phenology, yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under semi-arid conditions in Kenya. Applied Bioscience. 34: 2156-2165.
37. Padi FK (2003) Correlation and path coefficient analysis of yield and yield components in pigeonpea. Journal of Biological Sciences. 6(19): 1689-1694.
38. Panjebashi M, Haj Seyed MR and Darzi MT (2012) Effects of the *Rhizobium* and PGPRs bacterium on seed yield and yield components in chickpea (*Cicer arietinum*). International Journal of Agronomy and Plant Production. 3(S): 651-655.
39. Pannu RK and Singh DP (1993) Effect of irrigation on water use efficiency, growth and yield. I: mung bean. Field Crop Research. 31: 87-100.
40. Patten CL and Glick BR (2002) The role of bacterial indoleacetic acid in the development of the plant root system. Applied Environmental Microbiology. 68: 3795-3801.

41. Pawar KB, Bendre NJ, Deshmukh RB and Perance RR (1997) Field response of chickpea seed inoculation of Rhizobium strains to nodulation and grain yield. Journal of Maharashtra Agriculture University. 22: 370-71.
42. Qureshi MA, Shakir MA, Naveed M and Ahmad MJ (2009) Growth and yield response of chickpea to co-inoculation with *Mesorhizobium ciceri* and *Bacillus megaterium*. The Journal of Animal and Plant Sciences. 19(4): 205-211.
43. Rajin Anvar M, Mc Kenzie BA and Hill GH (2003) The effect of irrigation and sowing date on crop yield and yield components of kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) in a cool-temperate subhumid climate. Journal of Agricultural Sciences. 141: 259-271.
44. Rokhzadi A and Toashih V (2011) Nutrient uptake and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) inoculated with plant growth promoting Rhizobacteria. African Journal of Crop Sciences. 5(1): 44-48.
45. Saleem M, Tahir MHN, Kabir R, Javid M and Shahzad K (2002) Interrelationship and path analysis of yield attributes in chickpea (*Cicer arietinum* L.). International Journal Agriculture and Biology. 3: 404-406.
46. Saxena MC (1990) Problems and Potential of chickpea production in the nineties. In: Chickpea in the Nineties. Pp. 13-25. Proc. of the second International work shop on Chickpea Improvement, 4-8 Dec. 1989, ICRISAT. Potancheru Indica.
47. Silim SV and Saxena MC (1993) Adaptation of spring-sown the Mediterranean basin. II. Factors in influencing yield under drought. Field Crop Research. 34: 137-146.
48. Silim SN and Saxena MC (1986) Response to supplementary irrigation. In: Annual Report, Food Legume Improvement Program. ICARDA, Aleppo, Syria.
49. Singh SP (1997) Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Field Crop Research. 53: 161-170.
50. Sivaramaiah N, Malik DK and Sindhu SS (2007) Improvement in symbiotic efficiency of chickpea (*Cicer arietinum*) by coinoculation of Bacillus strains with *Mesorhizobium sp.* Cicer. Indian Journal of Microbiology. 47: 51-56.
51. Tuba Bicer B, Narin Kalender A and Akar DA (2004) The effect of irrigation on spring-sown Chickpea. Journal of Agronomy. 3: 154-158.
52. Ullah A, Bakht J, Shafi M and Islam WA (2002) Effect of various irrigation levels on different chickpea varieties. Asian Journal of Plant Science. 4: 355-357.
53. Valverde A, Burgos A, Fiscella T, Rivas R, Vela E, Rodrı C, Emilio Cervantes B, Chamber M and Mariano J (2006) Differential effects of coinoculations with *Pseudomonas jessenii* PS06 (a phosphate-solubilizing bacterium) and *Mesorhizobium ciceri* C-2/2 strains on the growth and seed yield of chickpea under greenhouse and field conditions. Journal of Plant and Soil. 287: 43-50.
54. Verma SC, Ladha JK and Tripathi AK (2009) Evaluation of plant growth promoting and colonization ability of endophytic diazotrophs from deep water rice. Journal of Biotechnology. 91: 127-141.
55. Verma JP, Yadav J, Tiwari KN, Lavakush H and Singh V (2010) Impact of plant growth rhizobacteria on crop production. International Journal of Agricultural Research. 5(11): 954-983.
56. Vessey JK (2003) Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil. 255: 571-586.
57. Yadegari M and Asadi Rahmani N (2010) Evaluation of bean (*Phaseolus vulgaris*) seeds' inoculation with Rhizobium phaseoli and plant growth promoting Rhizobacteria (PGPR) on yield and yield components. African Journal of Agricultural Research. 5(9): 792-799.
58. Yadegari M, Rahmani HI, Noormohammadi G and Ayneband A (2008) Evaluation of bean

- (*Phaseolus vulgaris*) seeds inoculation with *Rhizobium phaseoli* and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components. Pakistan Journal of Biological Sciences. 11(15): 1935-1939.
59. Zahir AZ, Arshad M and Khalid A (1998) Improving maize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. Pakistan Journal of Soil Science. 15: 7-11.
60. Zaied KA, Abd El-Hady AH, Afify H and Nassef MA (2003) Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of rhizobacteria. Pakistan Journal of Biological Sciences. 6(4): 344-358.
61. Zang H, Pala M, Oweis Y and Harris H (2000) Water use and water use efficiency of chickpea and lentil in a mediterranean environment. Australian Journal of Agricultural Research. 51: 295-304.