



تأثیر تراکم بوته و باکتری ریزوبیوم همراه با کاربرد ریزمغذی‌ها بر عملکرد و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک موثر بر رشد نخود (*Cicer arietinum* L.)

* تیمور خندان بجنیدی^۱، رئوف سیدشریفی^۲، محمد صدقی^۱، رسول اصغری زکریا^۲،
علی نامور^۱، پیمان مولایی^۱ و مجید جعفری مقدم^۳

^۱ عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اردبیل، عضو هیات علمی دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

تأثیر تراکم بوته (۲۵، ۳۵ و ۴۵ بوته در مترمربع به ترتیب D1, D2, D3) و تلقیح با باکتری ریزوبیوم (بدون تلقیح، تلقیح با ریزوبیوم، تلقیح با ریزوبیوم به همراه عناصر میکرو به ترتیب R2, R0, R1) بر رشد و عملکرد نخود، در سال ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار بررسی گردید. تراکم بوته بر تعداد دانه در نیام و وزن ۱۰۰ دانه اثر غیرمعنی‌دار و بر عملکرد دانه تک بوته و شاخص برداشت تأثیر معنی‌دار داشت. تأثیر تلقیح با ریزوبیوم بر وزن ۱۰۰ دانه غیرمعنی‌دار و بر تعداد دانه در نیام، تعداد دانه در بوته و شاخص برداشت معنی‌دار شد. اثر متقابل بین تراکم بوته و ریزوبیوم بر تعداد شاخه فرعی، تعداد نیام در شاخه، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه در واحد سطح معنی‌دار گردید. بالاترین عملکرد دانه تک بوته (۳/۶ گرم) و شاخص برداشت (۴۵/۲۱ درصد) از D1 و پایین‌ترین میزان آنها به ترتیب با ۲/۶ گرم و ۳۵/۷۹ درصد از D3 حاصل گردید. بیشترین تعداد دانه در نیام، عملکرد تک بوته و شاخص برداشت بترتیب با مقادیر ۱/۰۳، ۳/۸، ۳/۷۲ درصد از تیمار R2 و کمترین مقادیر آنها به ترتیب با ۰/۸۶، ۲/۵ گرم و ۳۳/۹۱ درصد از R0 بدست آمد. بیشترین تعداد شاخه فرعی از ترکیب تیماری D1*R1 و D1*R2، تعداد نیام در شاخه از هر سه

* - مسئول مکاتبه: khandan_62@yahoo.com

سطح تلقیح $D1$ و $D2*R2$ تعداد دانه در بوته در هر سه سطح تلقیح $D1$ و $D2*R1$ و $D3*R2$ بدست آمد. در حالی که کمترین مقادیر تعداد شاخه فرعی، تعداد نیام در بوته و تعداد دانه در بوته در $D3*R0$ و کمترین تعداد نیام در شاخه در $D2*R0$ بدست آمد. بیشترین و کمترین عملکرد دانه بترتیب مربوط به ترکیب تیماری $D3*R2$ و $D1*R0$ بود. بررسی شاخص‌های رشد نشان داد که با افزایش تراکم کاشت و تلقیح بذور با باکتری رایزوبیوم به همراه به‌کارگیری ریزمغذی‌ها، شاخص سطح برگ، زیست توده کل، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و سرعت جذب خالص افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: تراکم، رایزوبیوم، آنالیز رشد، ریزمغذی، نخود.

مقدمه

تولید شاخه‌های فرعی از طریق تاثیر بر رشد، تعداد و وضعیت ساختارهای زایشی گیاه بر عملکرد دانه اثر می‌گذارد و دارای اهمیت زیادی است (ترابی جفرودی، ۲۰۰۶). عواملی مانند تاریخ کاشت (زیتر و براکت، ۱۹۹۵)، تراکم کاشت، فتوپریود (نلسون، ۱۹۹۶) و تغذیه گیاهی (سکون و بلورین، ۱۹۹۰) بر تعداد، طول و توزیع شاخه‌ها در گیاه موثر هستند. تراکم کاشت بالا (بیشتر از ۵۰ بوته در متر مربع) با کاهش رشد شاخه‌ها در بوته، عملکرد دانه را کاهش می‌دهد (بورد و همکاران، ۱۹۹۵). پرواز و همکاران (۱۹۸۹) گزارش کردند که در سویا با افزایش تراکم بوته با وجود این که تعداد و طول شاخه‌های فرعی، تعداد گره، نیام در ساقه اصلی و شاخه فرعی در تک بوته به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد، ولی مقدار این صفات در واحد سطح به‌علت افزایش تراکم بوته افزایش می‌یابد. فریدریک و همکاران (۲۰۰۱) نتیجه گرفتند که زیاد شدن تراکم بوته موجب تشدید رقابت بین گیاهان مجاور و کاهش تعداد شاخه‌های فرعی، نیام و دانه در بوته می‌شود، در حالی که براری و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی فواصل بین ردیف ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ سانتی‌متر و فواصل روی ردیف ۵، ۷/۵ و ۱۰ سانتی‌متر هیچ اختلاف معنی‌داری در صفات مذکور مشاهده نکردند.

استفاده از ریزمغذی‌ها در لوبیا موجب افزایش نیام‌های بارور به میزان ۵ درصد و افزایش عملکرد دانه به میزان ۳ درصد به ازای هر گیاه گردید (آمبراسانو و همکاران، ۱۹۹۰). ماریوتی و همکاران (۱۹۹۶)، نشان دادند که با بکارگیری آهن در سطوح مختلف کمبود، وزن خشک برگ، سطح برگ، غلظت آهن و کلروفیل در آفتابگردان کاهش می‌یابد.

تجزیه و تحلیل کمی رشد، روشی برای توجیه و تفسیر واکنش‌های گیاه نسبت به شرایط محیطی مختلفی است که گیاه در طول دوره حیات خود با آنها روبرو می‌شود. تی سار (۱۹۸۴)، راسل و همکاران (۱۹۸۴) و بولاک و همکاران (۱۹۸۸) معتقدند که به کمک این روش شناخت بهتری از چگونگی انتقال مواد فتوسنتزی به اندام‌های مختلف و انباشت آنها از طریق اندازه‌گیری ماده خشک تولید شده در طول فصل رشد گیاه به دست می‌آید. کلاوسون و همکاران (۱۹۸۶) و وارینگ و فیلیپس (۱۹۹۰) معتقدند که در تجزیه و تحلیل شاخص‌های رشد با استفاده از معادلات ریاضی می‌توان اجزای رشد گیاه را تعیین و با توصیف کمی رشد و نمو، تولید محصول را ارزیابی کرد. تجزیه و تحلیل رشد ممکن است بر اساس تک بوته و یا در سطح معینی از زمین صورت پذیرد (راسل و همکاران، ۱۹۸۴). ولی، با توجه به اینکه عملکرد محصولات زراعی در واحد سطح مزرعه بر آورد می‌شود، بنابراین بررسی رشد این گیاهان در واحد سطح نسبت به تجزیه رشد آنها بر مبنای تک بوته از اهمیت بیشتری برخوردار است. ولی، به دلیل اینکه در روش اول نیاز به کرت‌هایی با ابعاد بیشتر ضرورت می‌یابد، از این روش شاخص‌های رشد بر مبنای تک بوته محاسبه می‌شوند (راسل و همکاران، ۱۹۸۴).

الهادی و الشیخ (۱۹۹۹) و سیوارمیه و همکاران (۲۰۰۷)، گزارش کردند که تلقیح با رایزوبیوم به‌طور معنی‌داری موجب افزایش وزن خشک اندام هوایی و عملکرد نخود می‌گردد. الماس زایدی و همکاران (۲۰۰۳) و ایچگین و همکاران (۲۰۰۲)، بیشترین عملکرد را در تیمار تلقیح با رایزوبیوم گزارش کردند. محمود و اتار (۲۰۰۸) طی مطالعه‌ای که روی ماش انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که تلقیح با باکتری رایزوبیوم موجب افزایش معنی‌دار وزن خشک کل اندام هوایی نسبت به تیمار شاهد شد. سید اختر و صدیقی زکی (۲۰۰۸) گزارش کردند که کاربرد باکتری مناسب در نخود موجب افزایش معنی‌دار در وزن خشک اندام هوایی و عملکرد می‌شود. سینگ و ویرمانی (۱۹۹۶) مشاهده

کردند که بیشتر برگ‌های نخود در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک زوال می‌یابند و در نتیجه شاخص سطح برگ، وزن خشک کل^۱ و سرعت رشد محصول در انتهای این مرحله کاهش می‌یابد. با توجه به اطلاعات موجود، این مطالعه جهت ارزیابی تاثیر تراکم، تلقیح با باکتری رایزوبیوم و کاربرد ریزمغذی‌ها بر شاخص‌های مهم رشد از جمله زیست توده کل، میزان رشد محصول، سرعت رشد نسبی و بررسی روند تغییر شاخص‌های فوق و مطالعه تولید عملکرد و اجزای عملکرد تحت تیمارهای مورد بررسی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی با ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح دریا، طول جغرافیایی ۲۰° ۴۸' و عرض جغرافیایی ۱۹° ۳۸' به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. عامل اول شامل تراکم‌های مختلف بوته (۲۵، ۳۵ و ۴۵ بوته در متر مربع) و عامل دوم شامل سطوح مختلف تلقیح با رایزوبیوم (*Rhizobium ciceria*) (تلقیح، تلقیح با رایزوبیوم به همراه استفاده از عناصر میکرو و شاهد بدون تلقیح) بود. حرکت آزمایشی شامل ۶ ردیف کاشت به طول ۶ متر با فاصله بین ردیفی ۵۰ سانتی‌متر بود. بذور پس از تلقیح بلافاصله به تعداد دو بذر در هر کپه کشت و پس از مرحله ۶-۴ برگگی نسبت به تنک کردن بوته‌ها اقدام شد. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- خواص فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی.

پتاسیم قابل جذب (بی‌ای ام)	۷۰۰
فسفر قابل جذب (بی‌ای ام)	۲۰
نیترژن (درصد)	۰/۱۶
کربن (درصد)	۱/۷۱
بافت (درصد)	سیلتی لومی
شن (درصد)	۲۴
لوم (درصد)	۷۱
رس (درصد)	۵
آهک (درصد)	۱۸/۰۶
درصد اشباع (درصد)	۴۶
pH	۸/۶۰
شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	۳/۶۱
عمق نمونه برداری (سانتی‌متر)	۰-۲۰

1-Total Dry Mater

کاشت به صورت جوی- پشته‌ای بود. آبیاری در طول دوره رشد بر اساس شرایط محیطی و نیاز گیاه زراعی و روش مرسوم در منطقه انجام شد. برای مبارزه با علف‌های هرز وجین دستی انجام شد. تمام عناصر ریزمغذی (با نام تجاری ثمر) شامل آهن (۱۶۰۰ پی‌پی‌ام)، روی (۱۲۰۰ پی‌پی‌ام)، منگنز (۱۵۰۰ پی‌پی‌ام)، مس (۵۰۰ پی‌پی‌ام) و بر (۲۰۰ پی‌پی‌ام) به صورت محلول‌پاشی به میزان ۳ در هزار در دو نوبت، بعد از مرحله ۶ برگی و قبل از شروع گلدهی انجام شد.

جهت بررسی روند تغییر شاخص‌های فیزیولوژیک رشد، نمونه‌برداری در هفت مرحله با فواصل زمانی هر ۱۰ روز یکبار از خطوط اصلی هر کرت با رعایت اثر حاشیه انجام و در هر مرحله ضمن اندازه‌گیری سطح برگ با دستگاه فتوالکترونیک^۱، به منظور خشک کردن، نمونه‌ها در آون در دمای 70 ± 5 درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۴ ساعت یا بیشتر (تا زمان تثبیت وزن خشک نهایی) قرار داده شد و سپس توزین گردید. میانگین داده‌های حاصل برای تعیین شاخص سطح برگ^۲، زیست توده کل، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی^۳ و میزان جذب خالص^۴ استفاده شد. شاخص‌های رشد با توجه به درجه روز- رشد^۵ تعیین گردید.

برای محاسبه درجه روز- رشد از رابطه زیر استفاده شد:

$$Hi = \sum [(Tmax + Tmin)/2 - Tb] \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه $Tmax$ ، $Tmin$ ، Tb و Hi به ترتیب حداقل دمای روزانه با حد پایین ۵ درجه سانتی‌گراد، حداکثر دمای روزانه با حد بالایی ۳۰ درجه سانتی‌گراد، دمای پایه (در نخود ۵ درجه سانتی‌گراد) (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶) و درجه روز- رشد تجمعی در طول فصل رشد هستند. با استفاده از فرمول‌های زیر نسبت به برآورد زیست توده کل، سرعت رشد نسبی، سرعت رشد محصول و میزان جذب خالص اقدام شد (هوزان و همکاران، ۲۰۰۷):

$$TDM = (a + bx + cx^2 + dx^3) \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$LAI = (a + bx + cx^2) \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$CGR = (b + 2cx + 3dx^2) (a + bx + cx^2 + dx^3) \quad \text{رابطه (۴)}$$

- 1- Leaf Area Meter
- 2- Leaf Area Index
- 3- Relative Growth Rate
- 4- Net Accumulation Rate
- 5- Growth Degree Day

$$\text{RGR} = (b + 2cx + 3dx^2) \quad \text{رابطه (۵)}$$

$$\text{NAR} = \text{CGR/LAI} \quad \text{رابطه (۶)}$$

در هر یک از رابطه‌های ۲ تا ۶ X مجموع درجه روز- رشد در هر یک از مراحل نمونه برداری بود. در پایان فصل زراعی به منظور برآورد عملکرد و اجزای عملکرد با رعایت اثر حاشیه برداشت نهایی از خطوط اصلی هر کرت از سطحی معادل ۳/۶ متر مربع انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و Excel انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ: نتایج این بررسی نشان داد که شاخص سطح برگ نخود در تراکم‌ها و سطوح مختلف تلقیح روند مشابهی در طول دوره رشد داشت (شکل ۱). با گذشت زمان مقدار LAI افزایش یافت و در مرحله گلدهی به حداکثر مقدار خود رسید و سپس به دلیل پیری و ریزش برگ‌ها، روند نزولی طی کرد. افزایش تراکم کاشت نخود با ایجاد یک فضای سبز مناسب در واحد سطح سبب افزایش شاخص سطح برگ گردید، بطوری‌که در بین تیمارها بالاترین شاخص سطح برگ به تراکم ۴۵ بوته در متر مربع و کمترین شاخص سطح برگ به تراکم ۲۵ بوته در متر مربع تعلق داشت (شکل ۱). نتایج مشابهی نیز توسط هیتز و آلبرت (۱۹۹۴) و روستال و همکاران (۱۹۹۳) مبنی بر افزایش شاخص سطح برگ با افزایش تراکم گزارش شده است. میزان تغییر شاخص سطح برگ نخود در سطوح مختلف تلقیح با ریزوبیوم یکسان نبود، به طوری‌که سطوح مختلف تلقیح با ریزوبیوم نشان داد که در هر سه تراکم، استفاده از ریزمغذی‌ها همراه با تلقیح، شاخص سطح برگ را نسبت به تلقیح با ریزوبیوم بدون استفاده از ریزمغذی‌ها و شاهد بدون تلقیح افزایش داد، به نحوی که حداکثر شاخص سطح برگ در ترکیب تیماری تراکم ۴۵ بوته در متر مربع و ریزمغذی همراه با تلقیح و کمترین شاخص سطح برگ در تراکم ۲۵ بوته در متر مربع و بدون تلقیح به دست آمد. ورود نیتروژن در ساختار پلی‌ساکاریدها و پروتئین‌های سازنده دیواره سلولی، موجب استحکام سازمان سلول و افزایش ابعاد آن و در نتیجه گسترش سطح بافت‌های گیاهی می‌شود. بر اثر این تغییر، سطح برگ به تبع از سایر بافت‌ها افزایش می‌یابد و زمینه را برای دریافت انرژی تشعشعی بیشتر فراهم می‌کند (سیسی و شیلز، ۱۹۸۰). به عبارت دیگر، عدم تلقیح بذر با ریزوبیوم در هر سه تراکم ممکن است که به دلیل انتقال مجدد مواد

غذایی به ویژه نیتروژن، از برگ به دانه در مرحله پر شدن دانه موجب کاهش حداکثر شاخص سطح برگ شود. کاهش در حداکثر شاخص سطح برگ در تیمار تلقیح با ریزوبیوم و ریزمغذی همراه با تلقیح به علت تامین نیتروژن و عناصر میکرو کمتر بود (شکل ۱). این نتایج با یافته‌های سبید اختر و صدیقی زکی (۲۰۰۸) مطابقت دارد.

تجمع ماده خشک: روند تجمع ماده خشک در تمام تیمارها نشان داد که در مراحل اولیه رشد به دلیل فقدان رقابت بین بوته‌ها، ماده خشک به تدریج افزایش و تا ۸۵۰ درجه روز- رشد به دلیل وجود فضای کافی جهت استفاده از نور و مواد غذایی کافی به حداکثر می‌رسد (شکل ۲). ولی، بین تراکم‌های مختلف از این نظر تفاوت‌هایی وجود داشت. بدین ترتیب که تراکم ۴۵ بوته در متر مربع بیشترین و تراکم ۲۵ بوته در متر مربع کمترین ماده خشک را تولید کرد (شکل ۲). این نتایج با یافته‌های هیتنز و آلبرت (۱۹۹۴) مطابقت دارد. در میان سطوح مختلف تلقیح در هر سه تراکم، به دلیل تامین نیتروژن مورد نیاز و عناصر میکرو جهت رشد مطلوب، بیشترین ماده خشک کل در بکارگیری ریزمغذی‌ها همراه با تلقیح ریزوبیوم به دست آمد، بطوری‌که بیشترین ماده خشک کل در تراکم ۴۵ بوته در متر مربع و ریزمغذی همراه با تلقیح ریزوبیوم و کمترین آن در تراکم ۲۵ بوته در متر مربع و بدون تلقیح با ریزوبیوم برآورد گردید. در تمام تیمارها در مرحله نهایی رشد به دلیل پیری و ریزش برگ‌ها از میزان ماده خشک کاسته شد (شکل ۲). این نتایج با یافته‌های سبید اختر و صدیقی زکی (۲۰۰۸) و سیوارمیه و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد.

سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی: بررسی روند تغییر سرعت رشد محصول نشان داد که روند تغییر CGR در کلیه تیمارها از روند مشخصی پیروی می‌کند. CGR در تمامی تیمارها در اوایل فصل رشد، ابتدا افزایش آهسته‌ای داشت و به دنبال آن افزایش سریع‌تری نشان داد و به حداکثر رسید. پس از آن CGR با شیب تندی کاهش یافت، به طوری‌که در انتهای فصل رشد منفی شد (شکل ۳). چنین نتایجی توسط کریمی (۱۹۹۰) و کریمی و صدیق (۱۹۹۱) نیز گزارش شده است.

CGR در مراحل اولیه رشد به دلیل کم بودن مریستم‌های رویشی اندک است، پس از آن با کامل شدن پوشش گیاهی و استفاده کاراتر از نور خورشید و همچنین افزایش سطح برگ، مقدار CGR افزایش می‌یابد تا به یک حد نهایی برسد. پس از آن به دلیل رقابت بیشتر بوته‌ها، کاهش نفوذ نور به داخل سایه‌انداز گیاهی و همچنین پیر و زرد شدن اندام‌های فتوسنتز کننده و انتقال مواد غذایی به دانه‌ها، میزان CGR کاهش می‌یابد و حتی در برخی موارد منفی می‌شود. به طور کلی، افزایش تراکم

موجب افزایش سرعت رشد محصول گردید. به طوری که بیشترین CGR در تراکم ۴۵ بوته در متر مربع برآورد گردید. سطوح مختلف تلقیح با ریزوبیوم موجب افزایش CGR در هر سه تراکم شد، ولی بیشترین میزان آن مربوط به تیمار تلقیح به همراه ریزمغذی در تراکم ۴۵ بوته در متر مربع و کمترین میزان آن مربوط به تیمار بدون تلقیح در تراکم ۲۵ بوته در متر مربع بود (شکل ۳). این نتایج با یافته‌های تورپین و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت دارد.

روند تغییر سرعت رشد نسبی در تراکم و سطوح مختلف تلقیح نشان داد که RGR با افزایش سن گیاه به طور مداوم کاهش یافت، به طوری که در انتهای فصل رشد به کمترین میزان خود رسید (شکل ۴). به طور کلی، RGR در ابتدای فصل رشد به علت نفوذ نور به داخل پوشش گیاهی و سایه‌اندازی کمتر برگ‌ها بر روی هم و در نتیجه تنفس کمتر، بالاتر است. با گذشت زمان و افزایش اندام‌های رویشی، گسترش بوته و سایه‌اندازی برگ‌ها بر روی یکدیگر از مقدار RGR کاسته می‌شود. کاهش میزان RGR با افزایش سن گیاه توسط سایر محققان نیز مورد تاکید قرار گرفته است. کریمی و صدیق (۱۹۹۱) اظهار داشتند که با گذشت زمان میزان RGR کاهش و در نهایت منفی می‌شود.

سرعت جذب خالص: حداکثر سرعت جذب خالص در اوایل دوره رشد در تراکم ۲۵ بوته در متر مربع و بدون تلقیح با ریزوبیوم بدست آمد و در تراکم‌های بالا و ترکیب تیماری تلقیح + ریزمغذی به دلیل سایه‌اندازی زیاد بوته‌ها، برگ‌های بیشتری از نخود در سایه قرار گرفتند و تحت چنین شرایطی سرعت جذب خالص کاهش یافت (شکل ۵). این یافته‌ها با نتایج شاخص سطح برگ (شکل ۱) و تجمع ماده خشک (شکل ۲) مطابقت دارد. تراکم‌های مختلف کاشت، تلقیح و کاربرد ریزمغذی‌ها چگونگی انتقال و انباشت مواد ساخته شده فتوسنتزی در بخش‌های مختلف گیاه زراعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، به طوری که تراکم بالا و به کارگیری ریزمغذی‌ها به همراه تلقیح با ایجاد سطح سبز بیشتر، به دلیل افزایش سایه اندازی و کاهش نور در دسترس، سطح برگ، میزان زیست توده، سرعت رشد نسبی و سرعت جذب خالص را کاهش داد. این نتایج با یافته‌های سید شریفی و همکاران (۲۰۰۵) در رابطه با تاثیر تراکم کاشت بر میزان جذب خالص مطابقت دارد.

عملکرد و اجزای عملکرد: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل دو عامل تراکم کاشت و سطوح مختلف تلقیح بر تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد نیام در هر بوته و عملکرد دانه در سطح ۱ درصد و تعداد نیام در شاخه و تعداد دانه در هر بوته در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). با کاهش تراکم کاشت به دلیل وجود فضای کافی، استفاده از منبع نیتروژن تثبیت شده و عناصر ریزمغذی، توان تولید شاخه‌های فرعی در گیاه افزایش پیدا می‌کند و با افزایش تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد نیام

در بوته و در نهایت عملکرد تک بوته افزایش می‌یابد. افزایش عملکرد تک بوته به تنهایی موجب افزایش عملکرد دانه در واحد سطح نشده است، به طوری که بیشترین عملکرد در واحد سطح در ترکیب تیماری تراکم ۴۵ بوته در متر مربع و تلقیح به همراه کاربرد میکروالمنت‌ها و کمترین میزان آن در تراکم ۲۵ بوته در متر مربع و بدون تلقیح به دست آمد (جدول ۵). فردریک و همکاران (۲۰۰۱) نیز نتایج مشابهی را در سویا گزارش کردند. افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در نتیجه کاهش تراکم کاشت به احتمال زیاد از کاهش رقابت بین بوته‌ها، افزایش تخصیص مواد غذایی، تشعشع خورشیدی و سایر نهاده‌ها به شاخه‌های فرعی ناشی می‌شود (بوراد و همکاران، ۱۹۹۵).

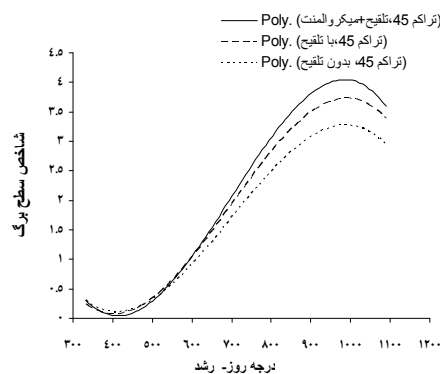
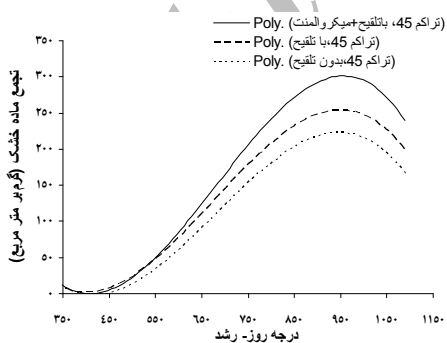
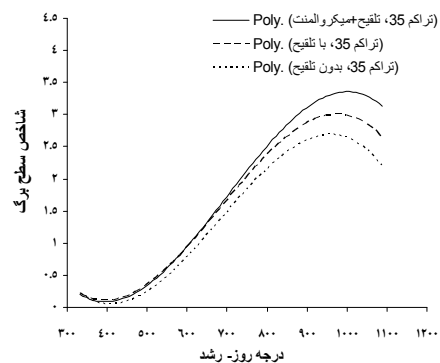
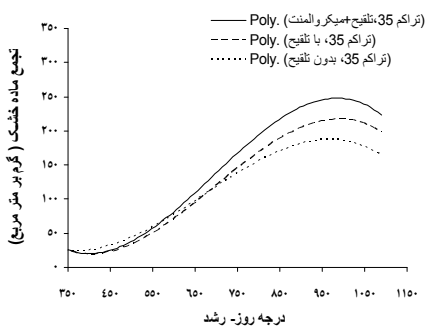
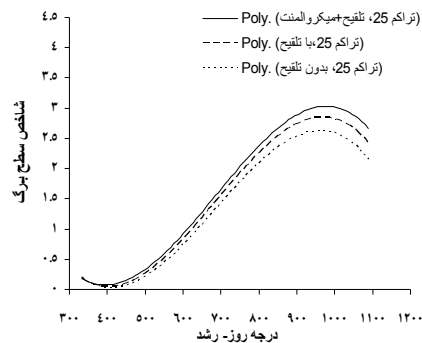
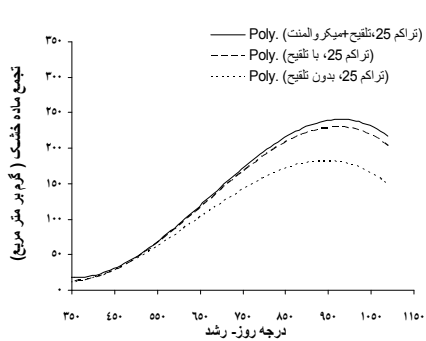
در این مطالعه اثر تراکم بوته بر تعداد دانه در نیام و وزن ۱۰۰ دانه غیر معنی‌دار و تاثیر آن بر عملکرد تک بوته ($P < 0/01$) و شاخص برداشت ($P < 0/05$) معنی‌دار شد. در حالی که تلقیح با رایزوبیوم اثر غیرمعنی‌دار بر وزن ۱۰۰ دانه و تاثیر معنی‌دار بر تعداد دانه در نیام ($P < 0/05$)، عملکرد تک بوته ($P < 0/01$) و شاخص برداشت ($P < 0/01$) نشان داد (جدول ۳). بیشترین عملکرد تک بوته و شاخص برداشت در تراکم ۲۵ بوته در متر مربع و کمترین میزان آن در تراکم ۴۵ بوته در متر مربع به دست آمد (جدول ۴). این نتایج با یافته‌های براری و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت دارد. سید اختر و صدیق زکی (۲۰۰۸) نتیجه گرفتند که زیاد شدن تراکم بوته موجب تشدید رقابت بین گیاهان مجاور می‌شود و کاهش تعداد شاخه‌های فرعی، نیام در بوته و عملکرد تک بوته را به دنبال دارد. تلقیح با باکتری رایزوبیوم به همراه کاربرد عناصر میکروالمنت بیشترین تعداد دانه در نیام، عملکرد تک بوته و شاخص برداشت را به خود اختصاص داد (جدول ۴). حبوبات در دوره پر شدن دانه در مقایسه با سایر گیاهان نیاز شدیدی به نیتروژن دارند. در دوره پر شدن دانه، بافت‌های رویشی و به ویژه برگ‌ها با تخلیه ذخایر نیتروژن، وارد مرحله پیری می‌شوند. متعاقب آن، ظرفیت فتوسنتزی و جذب نور آن‌ها کاهش می‌یابد و از میزان شاخص سطح برگ نیز کاسته می‌شود. در نتیجه، طول دوره پر شدن دانه کاهش و پتانسیل تولید دانه افت پیدا می‌کند (سیسی و شیلز، ۱۹۸۰).

جدول ۲- معادلات رگرسیونی برازش شده برای شاخص‌های رشدی نخود متأثر از تراکم کاشت، تلقیح با باکتری رازوبیوم و کاربرد ریزمغذی‌ها

R ²	معادله رگرسیونی برازش شده	ترکیب تیماری	نام شاخص رشدی
0.762	$y = -5E-05x^2 + 0.059x - 10.41$	A1B1	سرعت رشد محصول
0.707	$y = -5E-05x^2 + 0.061x - 11.10$	A1B2	
	$y = -4E-05x^2 + 0.05x - 9.366$	A1B3	
0.476	$y = -6E-05x^2 + 0.067x - 12.29$	A2B1	سرعت رشد محصول
0.589	$y = -6E-05x^2 + 0.066x - 12.58$	A2B2	
0.607	$y = -4E-05x^2 + 0.052x - 10.08$	A2B3	
0.455	$y = -6E-05x^2 + 0.072x - 13.54$	A3B1	سرعت رشد محصول
0.600	$y = -6E-05x^2 + 0.075x - 14.48$	A3B2	
0.518	$y = -5E-05x^2 + 0.058x - 11.37$	A3B3	
0.983	$y = 9E-08x^2 - 0.000x + 0.226$	A1B1	سرعت رشد نسبی
0.985	$y = 7E-08x^2 - 0.000x + 0.199$	A1B2	
0.977	$y = 1E-07x^2 - 0.000x + 0.204$	A1B3	
0.925	$y = 1E-07x^2 - 0.000x + 0.214$	A2B1	سرعت رشد نسبی
0.946	$y = 8E-08x^2 - 0.000x + 0.197$	A2B2	
0.978	$y = 7E-08x^2 - 0.000x + 0.172$	A2B3	
0.993	$y = 1E-07x^2 - 0.000x + 0.210$	A3B1	سرعت رشد نسبی
0.995	$y = 6E-08x^2 - 0.000x + 0.166$	A3B2	
0.958	$y = 8E-08x^2 - 0.000x + 0.150$	A3B3	
0.982	$y = 1E-05x^2 - 0.039x + 23.52$	A1B1	سرعت جذب خالص
0.985	$y = 2E-05x^2 - 0.038x + 22.15$	A1B2	
0.973	$y = 2E-05x^2 - 0.037x + 21.41$	A1B3	
0.919	$y = 1E-05x^2 - 0.030x + 19.94$	A2B1	سرعت جذب خالص
0.849	$y = 1E-05x^2 - 0.033x + 19.04$	A2B2	
0.860	$y = 1E-05x^2 - 0.030x + 16.88$	A2B3	
0.947	$y = 8E-06x^2 - 0.026x + 18.11$	A3B1	سرعت جذب خالص
0.944	$y = 1E-05x^2 - 0.031x + 18.15$	A3B2	
0.922	$y = 1E-05x^2 - 0.027x + 15.35$	A3B3	
0.925	$y = -3E-08x^3 + 6E-05x^2 - 0.034x + 5.960$	A1B1	شاخص سطح برگ
0.958	$y = -3E-08x^3 + 6E-05x^2 - 0.036x + 6.364$	A1B2	
0.931	$y = -3E-08x^3 + 6E-05x^2 - 0.036x + 6.500$	A1B3	
0.962	$y = -3E-08x^3 + 6E-05x^2 - 0.035x + 6.121$	A2B1	شاخص سطح برگ
0.936	$y = -3E-08x^3 + 6E-05x^2 - 0.034x + 5.985$	A2B2	
0.937	$y = -3E-08x^3 + 6E-05x^2 - 0.036x + 6.505$	A2B3	
0.853	$y = -4E-08x^3 + 9E-05x^2 - 0.052x + 9.348$	A3B1	شاخص سطح برگ
0.888	$y = -4E-08x^3 + 8E-05x^2 - 0.043x + 7.585$	A3B2	
0.841	$y = -3E-08x^3 + 7E-05x^2 - 0.040x + 7.201$	A3B3	
0.975	$y = -2E-06x^3 + 0.003x^2 - 1.977x + 329.5$	A1B1	تجمع ماده خشک
0.987	$y = -2E-06x^3 + 0.003x^2 - 1.833x + 294.9$	A1B2	
0.977	$y = -1E-06x^3 + 0.002x^2 - 1.339x + 202.6$	A1B3	
0.922	$y = -2E-06x^3 + 0.004x^2 - 2.696x + 486.9$	A2B1	تجمع ماده خشک
0.916	$y = -2E-06x^3 + 0.004x^2 - 2.349x + 429.2$	A2B2	
0.930	$y = -2E-06x^3 + 0.003x^2 - 1.640x + 289.6$	A2B3	
0.804	$y = -4E-06x^3 + 0.007x^2 - 4.288x + 750.6$	A3B1	تجمع ماده خشک
0.818	$y = -3E-06x^3 + 0.006x^2 - 3.502x + 606.9$	A3B2	
0.766	$y = -3E-06x^3 + 0.006x^2 - 3.548x + 628.3$	A3B3	

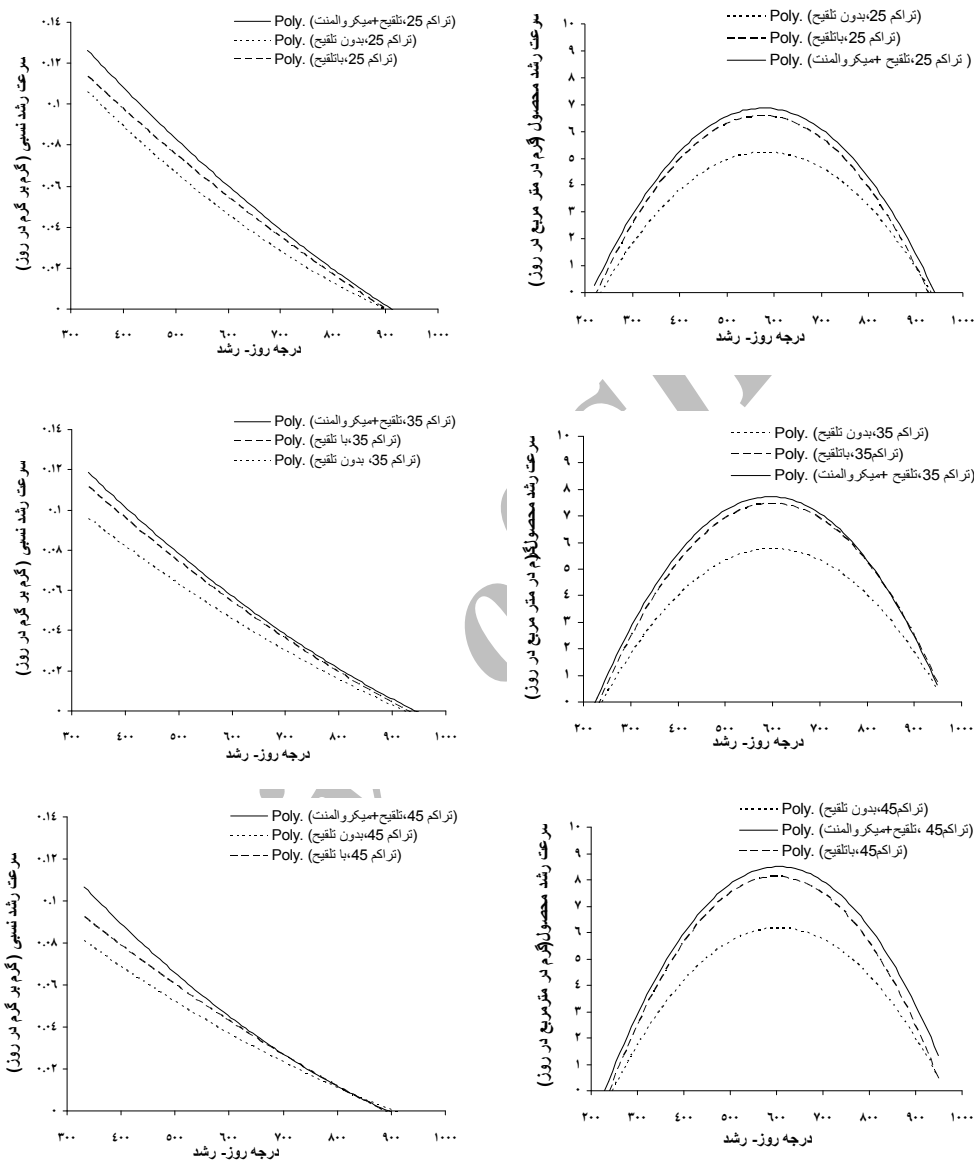
A 1، 2 و 3= تراکم ۲۵، ۳۵ و ۴۵ بوته در متر مربع

B 1، 2 و 3= بدون تلقیح، با تلقیح و تلقیح با رازوبیوم به همراه کاربرد ریزمغذی



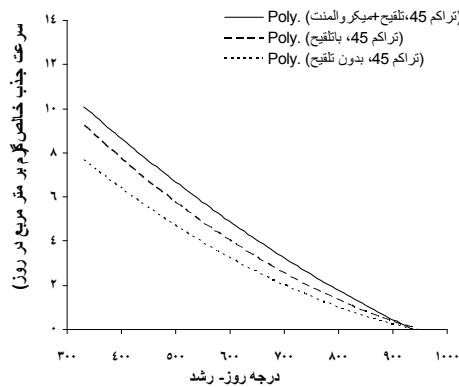
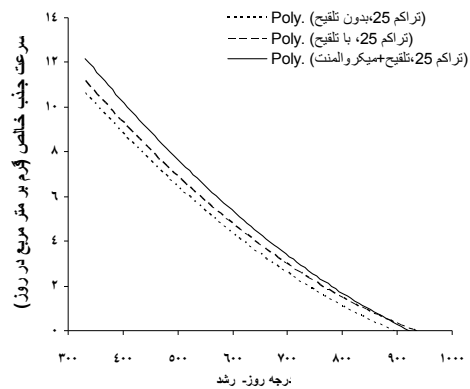
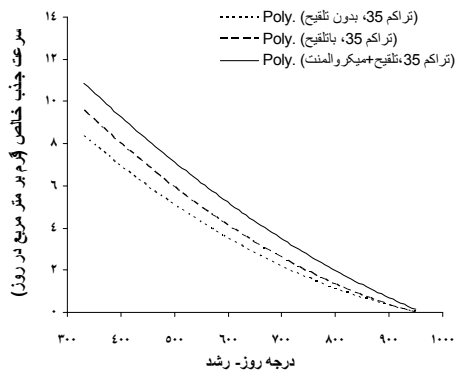
شکل ۲- روند تغییرات ماده خشک در تراکم و سطوح مختلف تلقیح

شکل ۱- روند تغییرات شاخص سطح برگ در تراکم و سطوح مختلف تلقیح



شکل ۴- روند تغییرات سرعت رشد نسبی در تراکم و سطوح مختلف تلقیح

شکل ۳- روند تغییرات سرعت رشد محصول در تراکم و سطوح مختلف تلقیح



شکل ۵- روند تغییرات سرعت جذب خالص در تراکم و سطوح مختلف تلقیح

بیشترین شاخص برداشت و عملکرد تک بوته در تراکم ۲۵ بوته در متر مربع و تلقیح با باکتری به همراه کاربرد میکروالمنت‌ها به دست آمد (جدول ۲). تعداد شاخه فرعی، نیام در شاخه فرعی، نیام در بوته و عملکرد دانه در هکتار تحت تاثیر متقابل تراکم و تلقیح قرار گرفت که بیشترین میزان عملکرد در هکتار در ترکیب تیماری تراکم ۴۵ بوته در متر مربع و تلقیح به همراه کاربرد ریزمغذی به دست آمد (جدول‌های ۲ و ۳). این نتایج با یافته‌های فریدریک و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت دارد.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی.

میانگین مربعات										
منابع تغییر	درجه آزادی	شاخه فرعی	نیام در شاخه	نیام در بوته	دانه در نیام	دانه در بوته	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد تک بوته	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	۴	۱/۹	۰/۱	۸/۴	۰/۰۱	۲۲/۵	۰/۰۰۷	۵/۲	۸۳۷۱۲/۷	۴۲/۶
تراکم	۳	۱۶/۱*	۰/۱ ^{ns}	۱۷۰/۱	۰/۰۷ ^{ns}	۷۵/۲*	۰/۰۰۵ ^{ns}	۱۰/۰**	۵۸۶۳۹۳/۱*	۲۶۶/۹*
تلقیح	۳	۸/۵**	۰/۰۰۲	۱۱۱/۶	۰/۱۰*	۱۱۳/۲	۰/۰۰۰۶ ⁿ	۵/۵**	۲۵۰۲۸۸/۲*	۳۸۹/۱**
تراکم*تلقیح	۹	۱/۸**	۰/۰۵*	۵۲/۱**	۰/۰۴ ^{ns}	۵۹/۵*	۰/۰۰۸ ^{ns}	۰/۳ ^{ns}	۱۳۸۴۵۱/۸*	۱۲۵/۳ ^{ns}
خطای	۱۸	۰/۳	۰/۱	۷/۸	۰/۰۲	۲۰/۵	۰/۰۰۲	۰/۴	۲۷۰۶۵/۱	۴۵/۴
ضرب تغییرات (%)		۷/۰	۱۰/۱	۱۰/۱	۱۰/۱	۱۸/۲	۱۶/۹	۱۱/۷	۱۵/۷	۱۶/۶

*، ** و ^{ns} = به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵، ۰/۰۱ و غیر معنی دار

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در تیمارهای مختلف تراکم و تلقیح

تیمارها	تعداد دانه در نیام	عملکرد تک بوته (گرم)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)
تراکم				
۲۵ مترمربع / بوته	۰/۸۶ ^a	۳/۶ ^a	۱۳ ^a	۴۵/۲۱ ^a
۳۵ مترمربع / بوته	۰/۹۰ ^a	۳ ^b	۱۱ ^a	۴۰/۴۷ ^{ab}
۴۵ مترمربع / بوته	۱/۰۱ ^a	۲/۶ ^c	۱۱ ^a	۳۵/۷۹ ^b
تلقیح				
شاهد بدون تلقیح	۰/۸۶ ^b	۲/۵ ^c	۱۱ ^a	۳۳/۹۱ ^b
با تلقیح رایزوبیوم	۰/۸۸ ^b	۲/۹ ^b	۱۱ ^a	۴۳/۸۴ ^a
تلقیح+ریز مغذی	۱/۰۳ ^a	۳/۸ ^a	۱۳ ^a	۴۳/۷۲ ^a

حروف غیر مشابه نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می باشد

تیمور خندان بجنندی و همکاران

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین برهمکنش تراکم کاشت و سطوح مختلف تلقیح با رایزوبیوم بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود

تیمار	صفات		تعداد نیام در شاخه	تعداد نیام در شاخه	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در بوته	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
	فرعی	تعداد شاخه					
A1B1	۷/۹۷ ^{bc}	۴/۰۱ ^a	۳۱/۶۷ ^a	۲۸/۱۲ ^a	۶۱۶/۶ ^c		
A1B2	۹/۶۰ ^a	۳/۳۵ ^{ab}	۳۲/۲۵ ^a	۲۶/۲۲ ^a	۹۰۸/۸ ^d		
A1B3	۹/۵۵ ^a	۳/۳۴ ^{ab}	۳۱/۹۲ ^a	۲۸/۳۵ ^a	۸۵۶/۱ ^d		
A2B1	۷/۶۵ ^{cd}	۳/۱۸ ^b	۲۴/۲۵ ^b	۱۹/۱۰ ^{bc}	۱۱۸۶/۵ ^{cd}		
A2B2	۷/۰۷ ^{cd}	۳/۳۸ ^{ab}	۲۳/۸۷ ^b	۲۳/۸۲ ^{ab}	۹۸۷/۲ ^{cd}		
A2B3	۸/۷۶ ^{ab}	۳/۷۶ ^{ab}	۳۲/۴۲ ^a	۲۹/۵۷ ^a	۱۲۰۴/۹ ^b		
A3B1	۵/۴۰ ^e	۳/۴۲ ^{ab}	۱۸/۲۲ ^c	۱۶/۸۲ ^c	۸۹۷/۰ ^{de}		
A3B2	۶/۹۷ ^d	۳۶/۹۵ ^a	۲۷/۴۷ ^{ab}	۲۷/۴۷ ^a	۱۲۳۴/۹ ^{bc}		
A3B3	۷/۸۰ ^{bcd}	۳/۶۳ ^{ab}	۲۸/۱۰ ^{ab}	۲۳/۷۵ ^{ab}	۱۵۰۵/۷ ^a		

A 1, 2 و 3 = تراکم ۲۵، ۳۵ و ۴۵ بوته در متر مربع B 1, 2 و 3 = بدون تلقیح، با تلقیح و تلقیح با رایزوبیوم به همراه کاربرد ریزمغذی (حروف غیر مشابه نشانگر اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ می باشد)

نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده با وجود این که عملکرد تک بوته در تراکم های پایین بیشتر بود، ولی به دلیل افزایش تعداد بوته در واحد سطح میزان عملکرد نهایی در تراکم های بالا افزایش داشت، به همین علت در تعیین تراکم بهینه باید دقت کرد که بهترین تراکم کاشت برای به دست آوردن بیشترین عملکرد در واحد سطح انتخاب شود. افزایش تراکم کاشت از طریق افزایش شاخص سطح برگ و زیست توده کل موجب افزایش شاخص های رشد می شود. تلقیح با باکتری رایزوبیوم و کاربرد عناصر ریزمغذی با افزایش تثبیت بیولوژیک نیتروژن موجب افزایش عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص های رشد می شود. با توجه به اهمیت عوامل مورد بررسی در این آزمایش در افزایش تولید محصول حبوبات، با تعیین بهترین ترکیب تیماری می توان به عملکرد مطلوبی دست یافت.

منابع

- Almas Zaidi, M.D., Saghir Khan, M.D. and Amil, A. 2003. Interactive effect of rhizotrophic microorganisms on yield and nutrient uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.) Eur.J. Agron. 19: 15–21.
- Ambrosano, E.J., Tanaka, R.T., Miranda, M. and Mascarenhas, H.A.A. 1990. Boron - deficiency in beans (*Phaseolus vulgaris* L.) grown on soil derived from a varzea. Revista-de-Agric. Piracicaba. 65: 37-46.
- Anestey, T.H. 1966. Prediction of full bloom data for apple, peatherry, peach and apricot from air temperature date . Am. Soc. Hort. Sci. Proc. 88: 56-66.
- Arnold, C.Y. 1959. The determination and signification of the base temperature in a linear heat unit system. Am. Soc. Hort. Sci. 74: 430.
- Barary, M., Mazaheri, D. and Banai, T. 2003. The effect of row and plant spacing on the growth and yield of chickpea. 11th Aus. Agron. Conf. Geelong. 631.
- Board, J.E., and Tan, Q. 1995. Assimilatory capacity effect on soybean yield components and pod number. Crop Sci. 35: 846-851.
- Bullock, D.G., Nielson, R.L. and Nyquist, W.E. 1988. A growth analysis comparison of corn growth in conventional and equidistant plant spacing. Crop Sci. 24: 1187-1191.
- Clawson, K.L., Specht, J.E. and Brad, B.L. 1986. Growth analysis of soybean. Agron. J. 78: 164-172.
- Elhadi, E.A., and Elsheikh, E.A.E. 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. Nutri. Cycling in Agroecosys. 54: 57–63.
- Frederick, J.R., Camp, C.R. and Bauer, P.J. 2001. Drought-stress effect on branching and main stem seed yield and yield components of determinate soybean. Crop Sci. 41:759-763.
- Gardner, F.B., Pearce, R.B. and Mitchel, R.L. 1985. Physiology Crop Plants. The Iowa State University Press. Am. Iowa. 598.
- Glimore, E.C.J.R., and Rogers, J.S. 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn. Agron. J. 50: 611-615.
- Hintz, R.W., and Albrecht, K.A. 1994. Dry matter partitioning and forage nutritive value of soybean plant components. Agron. J. 86: 59-62.
- Hozayn, M. Zeidan, M.S. Abd El-Lateef, E.M. and Abd El-Salam, M.S. 2007. Performance of Some Mungbean (*Vigna radiate* L. Wilczek) Genotypes under Late Sowing Condition in Egypt. Res. J. Agric. Bio. Sci. 3: 972-978.
- Içgen B., Özcengiz, G. and Alaeddinoglu, G. 2002. Evaluation of symbiotic effectiveness of various Rhizobium cicer strains. Res. Microbiol. 153: 369–372.
- Karimi, M.M., and Siddique, K.H. 1991. Crop growth and relative growth rate of old and modern wheat cultivars. Aust. J. Agric. Res. 42:13-20.

- Kastori, R., Plesnicar, M., Pakovi, D. and Sakac, Z. 1995. Photosynthesis, chlorophyll fluorescence and soluble carbohydrates in sunflower leave as effected by boron deficiency. *J. Plant Nutri.* 18: 747-750.
- Kinir, J.R., and M.E. Kenner. 1982. An enzyme kinetic equation to estimate maize development rates. *Agron. J.* 74: 115-117.
- Leopold, A.C. and Kriedeman, P.A. 1975. *Plant growth and development*. Second edition . MC Grow Hill book company N.Y. USA .
- Liu, P.H., Gan, Y., Warkentin, T. and Mcdonald, C. 2003. Morphological plasticity of chickpea in semiarid environment. *Crop Sci.* 43: 426 - 429.
- Mahmood, A., and Athar, M. 2008. Cross inoculation studies: Response of *Vigna mungo* to inoculation with rhizobia from tree legumes growing under arid Environment. *Int. J. Env. Sci. Tech.* 5: 135-139.
- Mariotti, M., Ercoli, L. and Masoni, A. 1996. Spectral properties of iron deficient Corn and Sunflower leaves. *Remote Sensing of Env.* 58: 282-288.
- Nelson, R. 1996. The inheritance of a branching type in soybean. *Crop Sci.* 36:1150-1152.
- Nield, R.E. and Seeley, M.W. 1977. Growing degree day's productions for corn and sorghum development and some applications to crop production in Nebraska. *Agric. Exp. Stn. Res. Bull.* 280.
- Parvaz, A.Q., Gardner, F.P. and Boote, K.J. 1989. Determined-and indetermined-type soybean cultivar responses to pattern, density, and planting date. *Crop Sci.* 29:150-157.
- Rosenberg, N.J. 1938. *Micro climate: The biological environment* A. wiley - Inter science publication . USA.
- Rosental, W.D., Gerik, T.J. and Wade, L.J. 1993. Radiation-use efficiency among grain sorghum cultivars and plant densities. *Agron. J.* 85: 703-705.
- Russell, M.P., Wilhelm, W.W., Olson, R.A., and Power, J.F. 1984. Growth analysis based on degree days. *Crop Sci.* 24: 28-32.
- Sayeed Akhtar, M., and Siddiqui Zaki, A. 2008. Biocontrol of a root-rot disease complex of chickpea by *Glomus intraradices*, *Rhizobium* sp. and *Pseudomonas straita*. *Crop Prot.* 27: 410-417.
- Schon, M.K., and Blevins, D.G. 1990. Foliar boron applications increase the final number of branches of field-grown soybeans. *Plant Physiol.* 92: 602-607.
- Sesay, A., and Shibles, R. 1980. Mineral depletion and leaf senescence in soybean as influenced by foliar nutrient application during seed filling. *Ann. Bot.* 45:47-55.
- Seyed Sharifi, R., Javanshir, A., Shakiba, M.R., Ghasemi Golozani, K. and Mohammadi, A. 2005. Effect pf sorghum densities and different interference periods on corn growth analysis. *Biaban.* 11: 143-157.
- Singh, P., and Virmani, S.M. 1996. Modeling growth and yield of chickpea. *Field Crops Res.* 46:41-59.

- Sivaramaiah, N., Malik, D.K. and Sindhu, S.S. 2007. Improvement in symbiotic efficiency of chickpea (*Cicer arietinum*) by coinoculation of *Bacillus* strains with *Mesorhizobium* sp. *Cicer*. *Indi. J. Microbio.* 47: 51-56.
- Soltani, A., Robertson, M.J., Mohammad-Nejad, Y. and Rahemi-Karizaki, A. 2006. Modeling chickpea growth and development: leaf production and senescence. *Field Crops Res.* 99:14-23.
- Tesar, M.B. 1984. Physiological basis of crop growth and development. *Am Soc. Agron. Madison, Wisconsin.* 291-321.
- Torabi Jafroudi, A., Hasanzadeh, A. and Fayaz Moghaddam, A. 2006. Effect of plant population on some of morph physiological characteristics of two common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Pajuhsh and Sazandegi.* 74: 63-71.
- Tschescke, P.D. and Gillery, J.R. 1979. Status and verification of Nebraska S corn growth model. *CORNGRO. Trans. Am. Soc. Agric. Eng.,* 22: 1329-1337.
- Turpin, J.E., Robertson, M.J., Hillcoat, N.S. and Herridge, D.F. 2002. Faba bean (*Vicia faba*) in Australia's northern grains belt: Canopy development, biomass, and nitrogen accumulation and partitioning. *Aust. J. Agric. Res.* 53: 227-237.
- Waering, P.F., and Philips, I.D.J. 1990. Growth differentiation in plants. Pergamon Press Plc. Oxford, England. 634 - 642.
- Warienty, P.F. and Philips, I.D.J. 1990. Growth and different in plants. Pergamon press plants. Pergamon press plc, Oxford, England.
- Zaiter, H.Z., and Barakat, S.G. 1995. Flower and abortion in chickpea as a affected by sowing date and cultivar. *Can. J. Plant Sci.* 75: 321-327.



Effect of plant density, rhizobia and microelements on yield and some of morph physiological characteristics of pea

T. Khandan Bejandi¹, R. Seyed Sharifi², M. Sedghi², R. Asgari Zakaria²
A. Namvar¹ and M. Jafari Moghaddam³

¹Islamic Azad University, Members of Young Researcher club, Ardabil Branch, Iran,

²Faculty of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran, ³Student of Gorgan University of Agriculture Sciences and Natural Resources, Gorgan

Abstract

The effects of plant densities (25, 35 and 45 plants m⁻² as D1, D2 and D3 respectively), and inoculation with rhizobium bacteria (without rhizobium, with rhizobium and rhizobium + microelement application), on growth and yield were studied in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Experiment was carried out in 2008 at Research farm of the faculty of agriculture of University of Mohaghegh Ardabil, a factorial experiment based on randomized complete block design with four replications. Effects of plant density on seed per pod and weight of seed-100 were no significant and on yield per plant and harvest index were significant. Effects of inoculation on weight of seed-100 were no significant and were significant on seed per pod, seed per plant and harvest index. Interaction effects of plant density and rhizobium inoculation were significant on secondary branch, pod per branch, and seed per plant and grain yield (kg ha⁻¹). Highest grain yield per plant (3.6 g) and harvest index were obtained at D1 followed by D2 and D3 with 2.6 g and 35.79 %, respectively. Highest seed per pod, seed per plant and harvest index were obtained at R3 with 1.03, 3.8 g and 43.72 % followed by R0 as 0.86, 2.5 g and 33.91%. Maximum secondary branch at D1*R1 and D1*R2, and highest pod per branch at D1, D2*R2, and highest seed per plant at D1, D2*R2 and D3*R2 were obtained. However lowest secondary branch, pod per plant and seed per plant at D3*R0 and lowest pod per branch at D2*R0 were obtained. The highest and lowest grain yield (kg ha⁻¹) were obtained at D3*R2 and D1*R0. Study of growth index show that increasing plant density and seed rhizobium bacteria inoculation+ microelement application were increased Leaf Area Index, Total Dry Matter, Crop Growth Rate, Relative Growth Rate and Net Accumulation Rate.

Keywords: Plant density; Rhizobium; Growth indices; Microelement; Pea.

*- Corresponding Author; Email: khandan_62@yahoo.com