نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد یازدهم، شماره چهارم، زمستان ۹۷
۵۵-۷۰
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejcp.2019.15025.2127

اثر تاریخ کاشت و مدیریت تغذیه آلی، شیمیایی و نانو ریزمغذی بر عملکرد نخود

مریم محمدزاده آلقو[۱]، محسن جان‌محمدی[۲*] و ناصر صباغ‌نیا[۳]

[۱]دانشجوی دکتری اگروتکنولوژی، فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه،
[۲]استاد گروه تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه،
[۳]دانشیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه

تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۸/۱۲

چکیده

سابقه و هدف: استفاده از کودهای نانو و زیستی به عنوان یک راهکار مناسب اکولوژیکی در جهت افزایش قابلیت دسترسی عناصر برای گیاهان می‌باشد. بنابراین در این روش گیاه قادر به جذب بیشترین مقدار مواد غذایی بوده که باعث افزایش در عملکرد گیاه می‌شود. همچنین استفاده از کودهای زیستی به‌دلیل جلوگیری از آلودگی آب و خاک، جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی بوده و نقش مثبتی در پایداری سیستم دارد. بر این اساس، این پژوهش با هدف بررسی عکس‌العمل گیاه نخود (رقم هاشم) به انواع مدیریت های تغذیه‌ای آلی، شیمیایی و نانوریز مغذی و تاریخ کاشت پاییزه و بهاره انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: آزمایش حاضر در مزرعه پژوهشی دانشگاه مراغه به مختصات جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی، ۴۶ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی و ۱۴۸۵ متر ارتفاع از سطح آب‌های آزاد در سال زراعی ۹۶-۹۵ به‌صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل تاریخ کشت (S_1: کشت بهاره، S_2: کشت پاییزه) و فاکتور فرعی شامل تیمارهای کودی F_0: شاهد (عدم مصرف کود)، F_1: کود شیمیایی NPK 20-20-20، F_2: ۲۰ تن کود دامی در هکتار ، F_3: کود نانو ساختار سوپر میکرو کامل، F_4: تلقیح باکتریایی پیش از کاشت بذور با کود بیولوژیک فسفره (حاوی باکتری *Pantoea agglomerans* strain P5 و *Pseudomonas putida* strain P13) و کود بیولوژیک نیتروژنه (*Azotobacter vinelandii* strain O4)، F_5: نانو کلات‌های روی+ آهن+ منگنز بود. و صفات ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک، وزن‌تر شاخساره تک بوته، وزن‌خشک شاخساره تک بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف پوک در بوته، تعداد دانه در بوته، درصد پروتئین دانه، وزن صد دانه و عملکرد دانه مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج و بحث: طبق نتایج به‌دست آمده از این پژوهش اثر تیمارهای کودی بر روی صفات وزن‌تر شاخساره، وزن خشک شاخساره، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن صد دانه، درصد پروتئین دانه، تعداد دانه در بوته معنی‌دار و بر روی صفت ارتفاع بوته و تعداد غلاف پوک در بوته غیرمعنی‌دار بود و کود زیستی عملکرد دانه را ۱۴/۳۱ درصد افزایش داد. همچنین تعداد غلاف پوک در بوته تحت تأثیر تاریخ کاشت و اثر متقابل کود در تاریخ کاشت نیز قرار نگرفت. تأثیر تاریخ کاشت بر روی صفات ارتفاع بوته، وزن‌تر شاخساره، وزن‌خشک شاخساره، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد غلاف در بوته معنی‌دار و در کشت بهاره بالاتر از کشت پاییزه بود و کشت بهاره باعث افزایش ۲۷/۵ درصدی عملکرد دانه گردید. ولی

*نویسنده مسئول: mohammadzadeh.m73@gmail.com

صفت تعداد غلاف در بوته در هر دو کشت از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفت. از بین صفات اندازه‌گیری شده فقط وزن صد دانه تحت تأثیر اثر متقابل کود در تاریخ کاشت قرار گرفت.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که تاریخ کاشت بهاره و همچنین تیمار کودی تلقیح باکتریایی با کود زیستی نیتروژنه و فسفره به دلیل فراهم کردن زمینه مناسب برای استفاده از منابع محیطی و عناصری مانند نیتروژن و فسفر، موجب افزایش رشد رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد نخود شده و برترین ترکیب تیماری بود.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کشت، ریزمغذی‌ها، کودهای شیمیایی، کود زیستی، نخود

مقدمه

حبوبات پس از غلات، دومین منبع مهم غذایی بشر محسوب می‌شود. میان آنها، نخود با ١٥ تا ٢٥ درصد پروتئین غنی از اسیدهای آمینه ضروری نظیر آرژنین (حدود ٩ درصد)، لوسین (٧ درصد)، ایزولوسین (۴ درصد)، لایسین (٧ درصد)، والین (۴ درصد)، ترئونین (۴ درصد)، میتونین و سیستئین (٢/٥ درصد)، فنیل آلانین و تیروزین (٨ درصد) می‌باشد و به دلیل تثبیت نیتروژن باعث حاصلخیزی خاک و کاهش استفاده از کودهای شیمیایی می‌شود (٣١، ۴٩).

یکی از عوامل موثر در عملکرد گیاهان زراعی تاریخ کاشت می‌باشد. تاریخ کاشت به دلیل نوع شرایط محیطی که گیاه در آن مراحل فنولوژیکی خود را طی می‌کند نقش تعیین کننده‌ای در عملکرد گیاهان زراعی دارد (۵٠). با این که کشت نخود به صورت بهاره مرسوم است ولی کشت زمستانه که بایستی با دقت انتخاب گردد، به دلیل استقرار سریع گیاه، تسریع در مراحل نموی، برداشت زودهنگام و کارایی مصرف آب بالا می‌تواند جایگزین کشت بهاره باشد (۴۵). کاشت زود هنگام در گیاهان موجب افزایش دوام سطح برگ و میزان جذب نور در طی دوره‌های بحرانی (بین ظهور جوانه‌های گل و گل‌دهی) شده و به دلیل این که تعداد بذر در واحد سطح را بدون کاهش وزن آن‌ها افزایش می‌دهد، منجر به افزایش عملکرد می‌گردد (۴) و کشت دیر هنگام باعث کاهش برخی صفات مورفوفیزیولوژیکی مانند ارتفاع بوته، تعداد روز تا پایان گلدهی، تعداد شاخه فرعی و وزن هزار دانه می‌شود (٣٢).

از آنجایی که خاک مناطق خشک و نیمه خشک بخصوص ایران به‌دلیل آهکی بودن، pH بالا و مواد آلی پایین با کمبود عناصری مانند نیتروژن، فسفر، آهن و روی مواجه هستند؛ بنابراین مدیریت اکولوژیک تغذیه‌ای گیاهان می‌تواند یکی از مهم‌ترین راهکارهای بهبود عملکرد محسوب شود (۴٣، ٧ و ٩). این عناصر در گیاهان نقش‌های مختلفی داشته و با فراهم کردن شرایط مناسب، باعث بهبود رشد و عملکرد گیاهان می‌شوند. برای مثال نیتروژن در ترکیبات شیمیایی گیاهان مانند پروتئین، اسیدهای نوکلئیک، کلروفیل، آنزیم‌ها و ویتامین‌ها نقش بسزایی دارد و موجب شادابی، نمو سریع گیاه، افزایش مقدار محصول و درصد پروتئین می‌شود. فسفر نیز روی گیاهان اثرات متنوعی دارد. این عنصر در ترکیب پروتئین‌های مرکب، تولید برخی از لیپیدها و تبادل انرژی در اندام‌های مختلف و همچنین در رشد و تولید ریشه‌های قوی و مقاومت گیاهان به بیماری‌های گیاهی، تلقیح گل، تشکیل میوه و دانه نقش بسزایی دارد (٢٩). پتاسیم نیز عنصری است که در فعال کردن آنزیم‌های احیا کننده گاز کربنیک و همچنین در چندین مرحله برای ساخته شدن پروتئین نقش داشته و گردش نیتروژن و ساخته شدن پروتئین در گیاهان

به میزان این عنصر بستگی دارد (۵) و با توجه به اینکه اکثر خاک‌های ایران مواد آلی کمی دارند و به سله‌بندی حساس می‌باشند، مواد به‌ساز آلی مانند کود دامی می‌تواند با اتصال ذرات خاک به یکدیگر و تشکیل خاکدانه‌ها باعث بهبود ساختمان خاک گردد. لذا کاربرد کود دامی بر خصوصیات خاک نظیر نفوذ آب به خاک و زهکشی تأثیر گذاشته و با اتصال بین مواد آلی و ذرات خاک باعث پایداری منافذ و مقاومت خاکدانه‌ها می‌شود (۱۰). متأسفانه کودهای شیمیایی حاوی عناصر کم مصرف مانند آهن، روی، مس و منگنز به‌دلیل اینکه مقدار نیاز و سمیتشان نزدیک به هم است، پتانسیل بالایی برای آلوده‌سازی آب و خاک دارند. به همین دلیل تلاش زیادی برای حل این مشکلات توسط نهادهای مربوط به کشاورزی صورت گرفته است که می‌توان به ارائه‌ی فرم نانو برای عناصر کم مصرف اشاره کرد (۳۴، ۳۰). اندازه ذرات نانو کودها یا عناصر به کار رفته در آنها ۱۰۰ نانومتر یا کمتر می‌باشد (۱۱). در کشاورزی با بهره‌گیری از نانو کودها، عناصر غذایی به آرامی و با سرعتی مناسب در طول فصل رشد گیاه آزاد می‌شوند، آبشویی به شدت کاهش یافته و گیاهان قادر به جذب بیشترین مقدار مواد غذایی خواهند بود (۵۵). این کودها به روش‌های مختلفی برای گیاهان قابل استفاده می‌باشند که محلول پاشی آن‌ها، یکی از روش‌های تأمین سریع عناصر غذایی برای گیاه می‌باشد. در این روش با حذف عوامل مؤثر بر جذب خاکی، مواد غذایی به طور مستقیم در اختیار اندام هوایی قرار می‌گیرد (۲۲). از طرفی در کشاورزی مرسوم به منظور افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح، تولیدکنندگان به کودهای شیمیایی روی آورده‌اند که این کودها در دراز مدت با تخریب ساختمان خاک باعث کاهش نفوذ ریشه گیاهان به خاک شده که در نهایت عملکرد نهایی گیاه کاهش می‌یابد. بنابراین، کودهای زیستی به عنوان جایگزین طبیعی کودهای شیمیایی، نقش مثبتی در پایداری خاک و کل اکوسیستم دارند (۲۱، ۱۷). فسفات بارور-۲، حاوی دو نوع باکتری حل کننده فسفات می‌باشد که با ترشح اسیدهای آلی و اسید فسفاتاز، فسفر نامحلول خاک (به‌ویژه در خاک‌هایی با کلسیم بالا) را به فرم قابل جذب گیاه تبدیل می‌کند و به دلیل توسعه‌ی سیستم ریشه‌ای و بهبود جذب آب، در مقابله با شرایط تنش کم آبی نیز موثر است (۴۷).

اگر چه تاکنون تحقیقات متعددی بر روی گیاه نخود در کشت مرسوم بهاره صورت گرفته است اما هنوز اطلاعات زیادی در خصوص عکس‌العمل گیاه نخود به انواع مدیریت‌های تغذیه‌ای در شرایط کشت پاییزه وجود ندارد. با توجه به الگوی پراکنش بارندگی در نواحی مدیترانه‌ای که بیشتر بارش‌ها به‌صورت زمستانه حادث می‌گردد، به نظر می‌رسد در تاریخ‌های کاشت پاییزه تغییر میزان رطوبت خاک و همچنین شرایط دمایی می‌تواند میزان در دسترس بودن عناصر و یا جذب آن‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. لذا هدف از انجام این آزمایش بررسی عکس‌العمل نخود کابلی (رقم هاشم) نسبت به انواع تیمارهای کودی (شیمیایی، زیستی و نانو کودها) در شرایط کشت پاییزه و بهاره در منطقه مراغه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر تاریخ کاشت و کودهای شیمیایی، آلی و نانو ریزمغذی‌ها از نخود کابلی رقم هاشم به عنوان رقم رایج دیم و مقاوم به برق‌زدگی استفاده گردید. این پژوهش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در کشتزار پژوهشی دانشگاه مراغه با ۳۷ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی، ۴۶ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی و ۱۴۸۵ متر ارتفاع

از سطح آب‌های آزاد اجرا گردید. آب و هوای منطقه نیمه خشک، سرد و معتدل با میانگین بارندگی سالیانه ۳۷۵ میلی‌متر (۷۳ درصد باران و ۲۷ درصد برف) در زمستان و اوایل بهار می‌باشد. فاکتور اصلی شامل تاریخ کاشت (S_1: ۲۱ فروردین، S_2: ۱۵ آذر) و فاکتور فرعی در ۶ سطح شامل F_0: شاهد (عدم مصرف کود)، F_1: کود شیمیایی NPK 20-20-20 (به میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار: میزان مورد استفاده توسط زراعین محلی)، F_2: ۲۰ تن کود دامی در هکتار، F_3: کود نانو ساختار سوپر میکرو کامل (نیتروژن ۵ درصد، آهن، روی و مس کلاته به‌ترتیب ۴/۵، ۸ و ۰/۶۵ درصد و فسفر، پتاسیم، کلسیم، منگنز، منیزیم، بر و مولیبدن محلول در آب به‌ترتیب ۳، ۳، ۶، ۰/۷، ۶، ۰/۶۵، ۰/۱ درصد و به میزان ۱ کیلوگرم در هکتار: برحسب میزان توصیه شده از سوی شرکت تولید کننده برای محصولات حبوبات)، F_4: تلقیح باکتریایی پیش از کاشت بذور با کود بیولوژیک فسفره (حاوی باکتری *Pantoea agglomerans* strain P5 و *Pseudomonas putida* strain P13) و کود بیولوژیک نیتروژنه (*Azotobacter vinelandii* strain O4)، F_5: نانو کلات‌های روی+ آهن+ منگنز (به‌ترتیب ۱۸، ۱۳، ۲۰ درصد و به میزان ۱ کیلوگرم در هکتار). خاک محل آزمایش یک ماه قبل از کاشت با سم تریفلورالین به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار جهت مبارزه با علف‌های هرز سم‌پاشی شد و همچنین کود دامی با خاک کرت‌های مربوطه در عمق ۱۵ سانتی‌متر به طور کامل و یکنواخت مخلوط گردید. کود زیستی در مرحله کاشت (از هرکود زیستی ۱۰۰ گرم در هکتار به صورت ترکیبی و به روش بذر مال) استفاده شد. مابقی تیمارها در مراحل سبز شدن، غلاف‌دهی و پرشدن دانه برای هر دو تاریخ کاشت به صورت محلول‌پاشی اعمال گردید. کودهای زیستی و تمامی نانو کودها به‌ترتیب از شرکت‌های زیست فناور سبز و فن‌آور سپهر پارمیس و رقم هاشم نیز از مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه تهیه شد. از اوایل گلدهی تا زرد شدن برگ و غلاف‌ها، ۲ بار در هفته آبیاری قطره‌ای برای هر دو تاریخ کاشت انجام شد. به منظور جلوگیری از شیوع بیماری‌های قارچی، بذرها با قارچ‌کش بنومیل به نسبت ۲ در هزار ضد عفونی شدند. (کاربرد قارچ‌کش تأثیر منفی بر روی کودهای زیستی ندارد (۳۳)). جهت اطمینان از سبز شدن، در هر کپه دو بذر کاشته شد و در مرحله ۵ برگی یکی از دو بوته‌ها حذف گردید. همچنین مبارزه با علف‌های هرز در طی دوره رشد گیاه در چندین نوبت به صورت وجین دستی انجام گرفت. میزان دما در سال آزمایش و آزمون خاک محل آزمایش به‌ترتیب در جدول ۱ و ۲ ارائه شده است. این پژوهش در ۳۶ کرت ۲×۲ متر با تراکم ۵۰ بوته در مترمربع و عمق کاشت ۵ سانتی‌متر برای هر دو تاریخ کاشت اجرا شد. بعد از ۱۹۴ و ۸۹ روز پس از کاشت و قبل از خشک شدن کامل ساقه و برگ‌ها، برداشت در۲۷ خردادماه و ۱۷ تیرماه به‌ترتیب برای تاریخ کاشت‌های پاییزه و بهاره انجام گردید. در زمان نمونه‌برداری، از هر کرت ۱۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب و برای اندازه‌گیری وزن‌تر شاخساره به آزمایشگاه منتقل گردید که بعد از خشک شدن نمونه‌ها، وزن خشک شاخساره دوباره وزن گردید. همچنین برای اندازه‌گیری صفات ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف پوک در بوته و وزن صد دانه بررسی گردید. برای بررسی عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (قطع ارتباط دانه با گیاه از طریق ناحیه ناف) با حذف اثر حاشیه، یک متر مربع از هر کرت برداشت گردید و بعد از خشک شدن نمونه‌ها، صفات مذکور اندازه‌گیری گردیدند. برای اندازه‌گیری میزان پروتئین دانه از دستگاه Near Infra Red Seed

(NIRS) Analyser (model Zeltex ZX-50) استفاده گردید. آستانه نیاز گیاه نخود برای عناصر N: ۴ تا ۵/۵ درصد ماده خشک، P، K، Zn، Fe و Mn به‌ترتیب ۱۴، ۲۳۰، ۵–۱۰، ۲۰–۵۰ و ۲۰–۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد و دماهای مطلوب برای سبزشدن، اندام‌های رویشی و زایشی و غلاف‌دهی نخود به‌ترتیب ۹–۱۲، ۱۷–۱۸، ۱۷–۲۱ و ۲۰–۲۴ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

پیش از تجزیه واریانس، نرمال بودن توزیع داده‌ها و خطاها و افزایشی بودن اثر بلوک در تیمار بررسی گردید. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد و برای انجام تجزیه‌ی داده‌ها و رسم نمودارها، از نرم‌افزارهای SAS نسخه ۹ و Excel 2013 استفاده شد.

جدول ۱- میزان دما و بارش در منطقه اجرای آزمایش در طول دوره‌ی رشد نخود.

Table 1. Temperature and precipitation in the experiment area during the growing season of chickpea

	آذر Nov	دی Dec	بهمن Jan	اسفند Feb	فروردین Mar	اردیبهشت Apr	خرداد May	تیر Jun
حداکثر دما (سانتی‌گراد) Maximum Temperature (C°)	6.5	0.3	2.1	9.9	15.9	24.7	30.5	35.3
حداقل دما (سانتی‌گراد) Minimum Temperature (C°)	-3.4	-8.1	-5.7	-0.3	5.2	11.4	15.3	21.7
میانگین دمای بلند مدت (سانتی‌گراد) Average of long term temperature (C°)	7.8	2.4	-0.2	1.6	6.1	11.9	16.8	22.5

جدول ۲- خواص فیزیکی و شیمیایی خاک.

Table 2. Soil physical and chemical properties

هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	کربن آلی (٪) Organic carbon (%)	منگنز قابل جذب Available Mn	روی قابل جذب Available Fe	آهن قابل جذب Available Fe	فسفر در دسترس Available P	پتاسیم در دسترس Available K	نیتروژن کل (٪) Total N (%)	بافت texture
			(میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) ($mg.\ kg^{-1}$)						
1.06	7.34	4.26	1.05	3.65	0.41	5.67	342	0.058	شنی رسی لومی loam Clay Sandy

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: تأثیر تاریخ کاشت بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳) و بیشترین ارتفاع بوته از تاریخ کشت بهاره (۳۷/۱۱ سانتی‌متر) به‌دست آمد که نسبت به کشت پاییزه، ۲۲ درصد افزایش داشت (جدول ۵). تاریخ کاشت از طریق تغییر در شرایط محیطی از جمله دما، طول روز و رطوبت قابل دسترس در خاک در طول فصل رشد بر میزان رشد و ارتفاع بوته تأثیر می‌گذارد (۱). پایین بودن دما و وقوع سرما، بارندگی زیاد، کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌های کودهای زیستی و یخ زدگی خاک در طول استقرار گیاهان، می توانند باعث کاهش رشد گیاه شوند. در آزمایشی برای بررسی اثر محیط گرم (گلخانه) و سرد بر روی نخود، مشاهده کردند که تنش سرمایی باعث کاهش ارتفاع بوته به اندازه ۱۸/۵ سانتی‌متر گردید (۲۶).

تأثیر تیمار کودی و همچنین برهمکنش کود در تاریخ کاشت در ارتفاع بوته غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳). ولی تیمار کود زیستی و شاهد با ۳۴/۹۸ و ۳۲/۰۹ سانتی‌متر به‌ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع بوته را داشتند (جدول ۴). کاربرد کودهای زیستی به دلیل افزایش توسعه ریشه و جذب بهتر آب و مواد غذایی و تولید مواد تنظیم کننده رشد از جمله جیبرلین و اکسین باعث افزایش ارتفاع می‌شوند (۵۴). به طوری که تولید مواد محرک رشد توسط جدایه های باکتری حل کننده فسفات در گیاه عدس (۴۸) و *Pseudomonas fluorescens* در گیاه باقلا (۱۲) باعث افزایش ارتفاع گردید.

عملکرد بیولوژیک: اثر تاریخ کاشت بر روی این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳) و کشت بهاره با افزایش ۳۸/۵ درصدی نسبت به پاییزه، بیشترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد (جدول ۵). بهینه سازی ورودی‌ها در سطح مزرعه باعث افزایش تولید زیست توده می‌شود. پایین بودن عملکرد بیولوژیک در نتیجه‌ی پایین بودن صفاتی مثل ارتفاع بوته، عملکرد دانه و تعداد غلاف در بوته در تاریخ کاشت پاییزه نسبت به بهاره را می‌توان به وقوع دماهای پایین‌تر و سرمای شدید و غیر معمول طول دوره رشد گیاه به‌خصوص آذر، دی و بهمن ماه سال آزمایشی نسبت داد که به‌ترتیب ۶/۴، ۶/۳ و ۲ درجه‌سانتی‌گراد از میانگین بلند مدت سردتر بود. صادقی‌پور و آقایی (۲۰۱۲) گزارش کردند که به دلیل مواجه شدن گلدهی نخود با دماهای پایین در کاشت پاییزه زود (۲۰ مهر) میزان زیست توده، عملکرد و اجزای عملکرد کاهش یافت. همچنین گزارش کردند که در کشت اواخر پاییز (۱ آذر) رشد و عملکرد محصول به علت آسیب یخ زدگی کاهش یافت (۴۱). نتایج مشابهی نیز توسط پرسا و همکاران (۱۳۸۲) گزارش شد (۳۷).

تأثیر تیمارهای کودی در عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد ولی این صفت تحت تاثیر برهمکنش کود در تاریخ کاشت قرار نگرفت (جدول ۳). طبق جدول مقایسه میانگین بین تیمار کود شیمیایی NPK و کود زیستی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی کود زیستی با افزایش ۲۱ درصدی نسبت به شاهد، بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۰۴۹/۴۳ گرم در مترمربع) را به خود اختصاص داد. همچنین کمترین عملکرد بیولوژیک (۸۵۶/۹۰ گرم در مترمربع) مربوط به تیمار کود دامی بوده که با شاهد اختلاف نداشت (جدول ۴). باکتری‌های *Azotobacter* و *Pseudomonas* از طریق افزایش دسترسی به فسفر، نیتروژن و عناصر کم مصرفی مانند روی و مس (۵۲) و همچنین تولید و ترشح سیدروفور و اسیدهای آلی که باعث کلات شدن آهن و همچنین کاهش pH و کمک به جذب سایر عناصر غذایی (۱۸) می‌شود، با افزایش رشد و همچنین عملکرد دانه و اجزای عملکرد باعث افزایش عملکرد بیولوژیک گردید. که با نتایج سایر محققین مطابقت دارد (۳، ۲۷).

وزن‌تر شاخساره در تک بوته: اثر تاریخ کاشت بر وزن‌تر شاخساره در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). کشت بهاره با میانگین ۱۷/۸۸ گرم، افزایش معنی‌داری نسبت به کشت پاییزه داشت (جدول ۵). باتوجه به اینکه وزن‌تر گیاه تابع عملکرد بیولوژیک می‌باشد، با بیشتر شدن عملکرد بیولوژیک در کشت بهاره این پژوهش وزن‌تر شاخساره نیز افزایش یافت.

اثر تیمارهای کودی بر وزن‌تر شاخساره در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بوده ولی این صفت تحت تأثیر برهمکنش کود در تاریخ کاشت قرار نگرفت (جدول۳). وزن‌تر شاخساره در تک بوته در تیمار کود زیستی با ۱۷/۶۵ گرم، اختلاف معنی‌داری با شاهد

نشان داد و کمترین وزن‌تر شاخساره در تک بوته مربوط به کود دامی (۱۴/۲۴ گرم) بود که اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت (جدول ۴). تیمار کود زیستی و سایر تیمارهای کودی از طریق تأثیرگذاری بر روی رشد رویشی و زایشی باعث افزایش وزن‌تر گردیدند. به طوریکه تلقیح بذر باقلا با سودوموناس پوتیدا و ریزوبیوم باعث افزایش وزن‌تر شاخساره نسبت به حالت عدم تلقیح گردید (۱۳).

وزن‌خشک شاخساره در تک بوته: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی نشان داد که تأثیر تاریخ کاشت بر روی این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). تاریخ کاشت بهاره نسبت به تاریخ کاشت پاییزه باعث افزایش ۳۸/۵ درصدی (از ۱۰/۵۰ به ۱۴/۵۶ گرم) وزن خشک شاخساره گردید (جدول ۵). به دلیل شرایط مناسب کشت بهاره و نامناسب پاییزه، کشت بهاره به دلیل تولید عملکرد بیولوژیک بالا، از وزن خشک بالایی برخوردار بود.

تأثیر تیمارهای کودی بر روی وزن‌خشک شاخساره در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده ولی این صفت تحت تاثیر برهمکنش کود در تاریخ کاشت قرار نگرفت (جدول ۳). بیشترین وزن‌خشک شاخساره با ۱۳/۸۱ گرم از هر دو تیمار کود شیمیایی NPK و کود زیستی نیتروژنه و فسفره به دست آمد. کمترین وزن‌خشک شاخساره نیز مربوط به تیمار کود دامی می‌باشد که با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴). با توجه به حصول بیشترین عملکرد بیولوژیک از کودهای زیستی و شیمیایی NPK، بیشترین وزن خشک نیز مربوط به این تیمارها بود. بررسی‌ها نشان داده که استفاده از باکتری‌های سودوموناس در نخود (۲۴)، باعث افزایش معنی‌دار وزن‌خشک شاخساره گردیده است. همچنین نتیجه مشابهی در تلقیح بذر کنجد با ازتوباکتر و باکتری‌های حل کننده فسفات به دست آمد (۲۵).

تعداد غلاف در بوته: اثر تاریخ کاشت بر روی تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). کشت بهاره با ۲۳/۷۳غلاف، تعداد غلاف بیشتری نسبت به کشت پاییزه (۲۱/۶۷) داشت (جدول ۵). به‌دلیل دماهای پایین و سرما در طول دوره رشد گیاهان کشت شده در پاییز و تأثیر سوء بر روی گره‌های زایشی، تعداد غلاف کاهش یافت. ساکسنا (۱۹۸۰) بیان کرد که در عرض‌های جغرافیایی بالا کاهش دما به کمتر از ۵ درجه سانتی‌گراد باعث سقط جنین در گیاه نخود می‌شود، به‌خصوص اگر دما بعد از آن افزایش پیدا کند (۴۴).

تعداد غلاف در بوته در اثر تیمارهای کودی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود و این صفت تحت تأثیر برهمکنش کود در تاریخ کاشت قرار نگرفت (جدول ۳). بین تیمارهای کودی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی کود زیستی نیتروژنه و فسفره با ۲۴/۸۷ بیشترین تعداد غلاف را داشت. کمترین تعداد غلاف در بوته نیز مربوط به شاهد بود (جدول ۴). وجود باکترهای ناشی از کاربرد کود ازتوباکتر و فسفر بارور ۲ در محیط ریشه به دلیل فراهم کردن نیتروژن و عناصری مانند آهن، روی، مس و منیزیم و افزایش جذب فسفر نامحلول موجود در خاک و همچنین تأمین سایر عناصر غذایی توسط سایر تیمارها به‌خصوص در مرحله زایشی و باروری، باعث بهبود رشد و اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتری به تولید غلاف شده است. اثرات هم‌افزایی متقابل باکتری‌ها بر روی یکدیگر نیز عاملی دیگر برای افزایش میزان تولید غلاف در گیاه نخود می‌باشد که این می‌تواند در تولید نیام و عملکرد گیاه مؤثر باشد. به‌طوری‌که تلقیح بذور نخود با باکتری‌های ازتوباکتر و

سودوموناس به تنهایی و در ترکیب باهم، باعث افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته گردید (۴۰). همچنین نتیجه مشابهی در تلقیح بذر لوبیا معمولی با باکتری سودوموناس به‌دست آمد (۳۸).

تعداد غلاف پوک در بوته: این صفت تحت تأثیر تاریخ کاشت، تیمار کودی و برهمکنش کود در تاریخ کاشت قرار نگرفت (جدول ۳) ولی تاریخ کاشت بهاره با ۲/۸۶ (جدول ۵) و کود شیمیایی NPK با ۳/۰۳، بیشترین تعداد غلاف پوک را داشتند (جدول ۴).

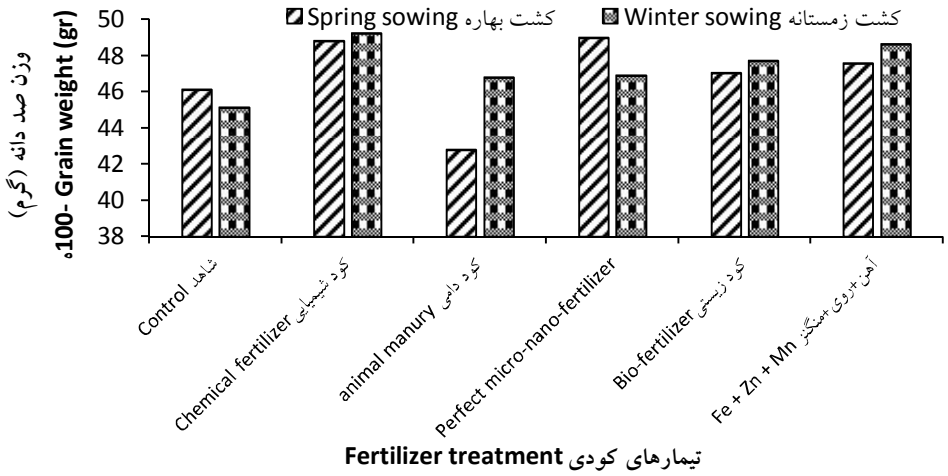
تعداد دانه در بوته: تعداد دانه در بوته تحت تأثیر تاریخ کاشت و برهمکنش کود در تاریخ کاشت قرار نگرفت. ولی اثر تیمار کودی بر روی این صفت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). ولی بین کودهای مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشته و از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفتند. بیشترین و کمترین تعداد دانه در بوته از تیمار کود زیستی (۴۵/ ۲۲) و شاهد (۱۶/۴۴) به دست آمد (جدول ۴). کودهای زیستی به دلیل توانایی در افزایش حلالیت فسفر نامحلول خاک، در مرحله زایشی بر رشد گیاه تأثیر گذاشته (۱۶) و باعث افزایش دانه‌بندی می‌شوند. همچنین به دلیل نقش عناصری مانند روی در شکل‌گیری اندام‌های جنسی نر و ماده و فرآیند گرده افشانی، در سایر تیمارها نیز تعداد دانه در بوته افزایش یافت (۶). به صورتیکه تلقیح باکتریایی در گیاه نخود با *Pseudomonas srtiata* (۵۳) و *Pseudomonas putida* در ذرت (۳۵) باعث افزایش معنی‌دار تعداد دانه در بوته نسبت به شاهد گردید.

درصد پروتئین دانه: این صفت تحت تأثیر تاریخ کاشت و برهمکنش کود در تاریخ کاشت قرار نگرفت ولی در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر تیمار کودی قرار گرفت (جدول ۳). کود دامی با ۲۴/۵۲ درصد پروتئین دانه باعث افزایش معنی‌دار این صفت نسبت به شاهد (۱۹/۰۸ درصد پروتئین دانه) گردید. اگرچه کود زیستی باعث افزایش این صفت گردید ولی اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت (جدول ۴). با مصرف کود دامی به علت جلوگیری از هدر رفتن نیتروژن، غلظت نیتروژن و سایر عناصر غذایی در خاک زیاد شده و نیتروژن در حد مناسب در اختیار گیاه قرار می‌گیرد. از طرفی افزودن کود آلی به خاک با بهبود شرایط فیزیکی و حفظ رطوبت خاک، به افزایش فعالیت باکتری‌ها و جذب بهتر عناصر غذایی کمک می‌کند (۲۸). بنابراین بهبود تغذیه‌ای گیاه باعث افزایش تشکیل پروتئین می‌شود. به طوریکه به دلیل استفاده از کود گاوی و همچنین گوسفندی، افزایش معنی‌داری در میزان پروتئین دانه آفتابگردان گزارش شده است (۱۵). و دلیل عدم افزایش در درصد پروتئین دانه توسط تیمارهای کود زیستی را نیز می‌توان چنین توجیه نمود که در دسترسی زیاد به نیتروژن، میزان پروتئین دانه کاهش یافته (۲۳) و دلیل این کاهش را این‌چنین عنوان نموده‌اند که با افزایش یافتن مقادیری از کود نیتروژن، بخشی از کل نیتروژن به جای اینکه به اسیدهای آمینه یا پروتئین تبدیل شود، به سمت یون‌های نیترات معطوف می‌شود (۱۴).

وزن صد دانه: تأثیر تاریخ کاشت بر روی وزن صد دانه معنی‌دار نبود ولی این صفت در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر تیمار کودی قرار گرفت (جدول ۳). بین کود شیمیایی NPK، نانو کود کامل میکرو و تیمار آهن+روی+منگنز از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و بیشترین وزن صد دانه از کود شیمیایی NPK (۴۹ گرم) به دست آمد. همچنین کمترین وزن صد دانه مربوط به کود دامی (۴۴/۷۸ گرم) بوده و اختلاف معنی‌داری با شاهد (۴۵/۶۲) نداشت (جدول ۴). به دلیل افزایش عرض کانوپی و در نتیجه افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و ارسال کربوهیدرات‌های بیشتر به سمت دانه و نیز عدم محدودیت منبع، توانایی گیاهان تیمار شده در پر کردن دانه‌ها افزایش

یافته است (جدول ۴). همچنین بـه دلیـل آزاد سـازی سریع‌تر مواد معدنی توسط کودهـای شـیمیایی NPK (۲۰) و نقش عناصـری ماننـد روی در افـزایش مـواد ذخیره شده و انتقـال آن (۳۹) افـزایش معنـی‌داری در این صفت گزارش شده است.

این صفت در سطح احتمال ۵ درصد تحـت تـأثیر برهمکنش کود در تاریخ کاشت قرار گرفـت (جـدول ۳) که بیشترین و کمترین وزن صد دانه بـه ترتیـب از کود شیمیایی NPK در کشت پـاییزه (۴۹/۲۲ گـرم) و کود دامی در کشت بهاره (۴۲/۷۸ گرم) به دست آمـد (شکل ۱). زمان کاشت از طریق تأثیر بر روی جـذب مواد غذایی، بر روی عملکـرد گیـاه تـأثیر گذاشـته و کاشت دیرهنگام جذب مواد مغذی، تولید ماده خشک و عملکرد را کاهش می‌دهد. به‌طوری‌که جذب عناصر NPK در گیاه نخـود در تـاریخ کاشـت اول بیشـتر از تاریخ کاشت دوم بود (۳۵).



شکل ۱- اثر متقابل کود در تاریخ کاشت بر روی وزن صد دانه نخود کابلی رقم هاشم.

Figure 1. Interaction of fertilizer on sowing date on the 100 seed weight of chickpea Hashem cultivar.

عملکرد دانه: عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصـد تحت تأثیر تـاریخ کاشـت قـرار گرفـت (جـدول ۳). فراهم بودن شرایط لازم از جمله رطوبت کـافی سبب افزایش پوشش سبز، دوام سـطح بـرگ و طـول دوره رشد گیاه می‌شود در نتیجه افزایش محصـول دانـه در واحد سطح را شاهد خواهیم بود. پایین بودن عملکرد دانه در کشت پاییزه نسبت به بهاره را می‌توان به سرما و دماهای پایین در طول دوره رشد گیاه نسبت داد بـه طوری که سرما با کاهش ارتفاع بوته (سـطح فتوسـنتز کننده) و تعداد غـلاف در بوتـه باعـث کـاهش ۷۲/۵ درصدی عملکرد دانه (از ۳۸۰/۸۲ بـه ۲۹۸/۲۱ گـرم) نسبت به کشت بهاره شد. بـه‌طوریکـه عملکـرد دانـه گرده در گیاهان حساس به سرما به وضوح تحت تأثیر دماهای پایین و به ویژه رشد لوله گرده به طرف خامه در قبل از لقاح بستگی داشـته (۸) و از دلایـل اصـلی کاهش عملکرد دانه در مناطق نیمه گرمسیری جنـوب آسیا، شیوع دماهای سرد در طول گلدهی عنوان شـده (۴۶، ۵۱) که باعث سـقط جنـین و کـاهش غـلاف و تعداد نهایی دانه شده است.

تاثیر تیمار کودی نیز بر روی عملکرد دانـه در سـطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شـد (جـدول ۳). بیشـترین میزان عملکرد دانه مربوط بـه تیمـار کـود زیسـتی بـا ۳۷۳/۱۹ گـرم در متـر مربـع مـی‌باشـد کـه اخـتلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داد و باعـث افـزایش ۱۴/۳۱ درصدی عملکرد نسبت به شاهد شد. کمترین عملکرد دانه نیز مربوط به کود دامی بود (جدول ۴).

جدول ۳- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس کودهای مختلف و تاریخ کاشت بر صفات مورفوفیزیولوژیک نخود کابلی (رقم هاشم) در شرایط فاریاب مراغه.

Table 3. Mean squars from variance analysis of different fertilizers and sowing date on morphophysiological characteristics of kabuli chickpea (Hashem cultivar) under irrigated conditions of Maragheh.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	عملکرد بیولوژیک Biological yield	وزن تر شاخساره Shoot fresh weight	وزن خشک شاخساره Shoot dry weight	تعداد غلاف دربوته No. of pods per plant	تعداد غلاف توخالی در بوته No. of unfilled pods per plant	تعداد دانه در بوته No. of Grain per plant	درصد پروتئین دانه Grain protein (%)	وزن صد دانه Grain weight 100-	عرض کانوپی Conopy spread	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication (R)	2	10.97^{ns}	48730.33^{*}	5.41^{ns}	8.44^{*}	129.20^{**}	3.91^{*}	112.06^{**}	0.77^{ns}	16.57^{**}	4.26^{ns}	5577.39^{*}
تاریخ کاشت Sowing date (S)	1	413.85^{**}	856625.53^{**}	154.47^{**}	148.31^{**}	38.06^{*}	2.60^{ns}	26.17^{ns}	0.03^{ns}	2.35^{ns}	773.86**	61417.23^{**}
خطای اصلی R * S	2	3.92^{ns}	11453.98^{ns}	0.86^{ns}	1.98^{ns}	12.49^{ns}	1.48^{ns}	31.97^{*}	1.70^{ns}	0.23^{ns}	3.05^{ns}	2166.05^{ns}
کود Fertilizer (F)	5	9.41^{ns}	44579.73^{*}	14.17^{*}	7.72^{**}	36.35^{**}	0.74^{ns}	27.80^{*}	26.05^{**}	15.52^{**}	52.54^{**}	7148.05^{**}
تاریخ کاشت کود F * S	5	0.69^{ns}	7304.01^{ns}	1.39^{ns}	1.27^{ns}	13.18^{ns}	0.53^{ns}	17.78^{ns}	1.92^{ns}	6.43^{*}	15.84^{*}	1125.48^{ns}
خطا Erorr	20	5.82	12285.15	4.24	2.13	8.08	0.86	8.97	2.03	2.54	5.84	1134.87
ضریب تغییرات (درصد) CV %	-	7.15	11.64	13.03	11.64	12.52	35.85	14.57	6.49	3.38	5.65	9.92

*، **، ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌دار

*, ** and ns: significant at 5 and 1 % probability level, and no significant, respectively.

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر کودهای مختلف بر صفات مورفوفیزیولوژیک نخود کابلی (رقم هاشم) در شرایط فاریاب مراغه.

Table 4. Mean comparison of effect of different fertilizers on morphophysiological traits of kabuli chickpea (Hashem cultivar) under irrigated conditions of Maragheh.

تیمار Treatment	ارتفاع بوته Plant height (cm)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (g. m-2)	وزن تر شاخساره Shoot fresh weight (g)	وزن خشک شاخساره Shoot dry weight (g)	تعداد غلاف در بوته No . of pods per plant	تعداد غلاف توخالی در بوته No. of unfilled pods per plant	تعداد دانه در بوته No . of seed per plant	درصد پروتئین دانه Seed protein (%)	وزن صد دانه 100-seed weight (g)	عرض کانوپی Conopy spread (cm)	عملکرد دانه Seed yield (g. m2)
شاهد Control	32.09a	865.73b	14.24c	11.39b	18.35b	2.31a	16.44b	19.08c	45.62bc	36.99b	326.46c
کود شیمیایی Chemical fertilizer	34.57a	1049.32a	17.35ab	13.81a	24.75a	3.03a	21.70a	22.24b	49a	45.10a	369.43ab
کود دامی Animal fertilizer	32.22a	856.90b	14.11c	11.28b	21.75ab	2.20a	20.38a	24.52a	44.78c	42.73a	281.58d
نانو کود کامل میکرو Perfect micro-nano-fertilizer	33.96a	917.42ab	15.16bc	12.07ab	22.53a	2.33a	20.69a	23.24ab	47.93a	42.99a	329.58bc
کود زیستی Bio-fertilizer	34.98a	1049.43a	17.65a	13.81a	24.87a	2.88a	22.45a	19.91c	47.38ab	44.45a	373.19a
آهن + روی + منگنز Fe + Zn + Mn	34.48a	974.43ab	16.33abc	12.82ab	23.96a	2.79a	21.69a	22.92ab	48.10a	44.20a	356.88abc

در هر در ستون میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد ندارند.

In each column there is no significant difference between means fallowed by the same letters by LSD (P≤0.05)

افزایش عملکرد در نتیجه استفاده از کود های زیستی را می‌توان چنین توجیح نمود که این کودها علاوه بر تأمین نیتروژن و فسفر، با تولید مواد محرک رشد، سبب بهبود رشد ریشه و متعاقب آن باعث افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی می‌گردند. سیدشریفی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که باکتری‌های سودوموناس پوتیدا و ازتوباکتر کروکوکوم به‌ترتیب باعث افزایش معنی‌دار ۶/۹۷ و ۲/۵ درصدی عملکرد دانه گلرنگ گردید (۴۲). نتایج مشابهی نیز توسط سایر محقیق گزارش شده است (۲، ۱۹).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر تاریخ کاشت بر صفات مورفولوژیک و فنولوژیکی نخود کابلی (رقم هاشم) در شرایط فاریاب مراغه.

Table 5. Mean comparison effect of sowing date on morphophysiological traits of kabuli chickpea (Hashem cultivar) under irrigated conditions of Maragheh.

تاریخ کاشت Sowing date	ارتفاع بوته Plant height (cm)	عملکرد بیولوژیک Biological yield (g. m^{-2})	وزن تر شاخساره Shoot fresh weight (g)	وزن خشک شاخساره Shoot dry weight (g)	تعداد غلاف در بوته No. of pods per plant	عملکرد دانه Seed yield (g. m^{-2})
کشت بهاره S_1 Spring sowin	37.11a	1106.46a	17.88a	14.56a	23.73a	380.82a
کشت پاییزه S_2 Autumn sowing	30.33b	797.95b	13.73b	10.50b	21.67a	298.21b

در هر ستون میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند تفاوت معنی داری بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد ندارند.

In each column there is no significant difference between means fallowed by the same letters by LSD ($P \leq 0.05$).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این آزمایش نشان‌دهنده‌ی تأثیر مثبت تاریخ کاشت و تیمارهای کودی بر روی اکثر صفات عملکردی نخود می‌باشد که تاریخ کاشت بهاره و تلقیح باکتریایی با کودهای زیستی نیتروژنه و فسفره به دلیل فراهم کردن زمینه مناسب برای استفاده از منابع محیطی و عناصری مانند نیتروژن و فسفر، موجب افزایش رشد رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد نخود گردید و برترین ترکیب تیماری بود. با توجه به اینکه شرایط اقلیمی منطقه در طول دوره رشدی گیاه، می‌تواند عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد بنابراین تاریخ کاشت باید با دقت بیشتری انتخاب شود. در این پژوهش نیز به‌دلیل شرایط اقلیمی این منطقه در سال اجرای آزمایش، کشت بهاره بهتر از کشت پاییزه بوده و باعث افزایش رشد و عملکرد گردید. همچنین افزایش قابلیت دسترسی به سایر عناصر کم مصرف توسط کودهای زیستی از طریق تولید و ترشح اسیدهای آلی و سیدروفور، باعث تأثیر مثبت بر بسیاری از صفات اندازه‌گیری شد. در مجموع، می‌توان عنوان نمود که برای رسیدن به نتیجه قطعی، بهتر است آزمایش در سال‌های بعدی نیز دوباره تکرار شود. همچنین با توجه به تأثیر مثبت تیمارهای کودی بر روی این گیاه که نشان‌دهنده خاصیت کودپذیری بالای این گیاه می‌باشد، می‌توان با روش تغذیه تلفیقی تیمارها، به عملکرد مطلوب‌تری دست یافت.

منابع

1. Alessi, J., Power, J.F., and Zimmerman, D.C. 1981. Effects of Seeding Date and Population on Water-Use Efficiency and Safflower Yield. Agron. J. 73(5): 783-787.
2. AminDeldar, Z., Ehteshami, S.M.R., Shahdi Komoleh, A., and Khavazi, K. 2012. Effect of *Pseudomonas fluorescens* strains on morphophysiologic traits and nutrients uptake in some of rice cultivars. Electron. J. Crop Prod. 5(1): 141-149. (In Persian).
3. Aminpanah, H., and Abbasian, A. 2016. Effect of crop rotation, *Azotobacter*

chroococcum inoculation and nitrogen rate on rice (*Oryza sativa* L.) paddy yield. Electron. J. Crop Prod., 9 (3): 211-230. (In Persian).
4. Barros, J.F.C., Carvalho, M., and Basch, G. 2004. Response of sunflower *(Helianthus annuus* L.) to sowing date and plant density zunder mediterranean conditions. Eur. J. Agron., 21: 347–356.
5. Besford, R.T., and Maw, G.A. 1976. Effect of potassium nutrition on some enzymes of the tomato plant. Ann. Bot., 40(3): 461-471.
6. Brennan, R.F. 2001. Residual value of zinc fertiliser for production of wheat. Aust. J. Exp. Agric., 41(4): 541-547.
7. Cakmak, O., Ozturk, L., Karanlik, S., Ozkan, H., Kaya, Z., and Cakmak, I. 2001. Tolerance of 65 durum wheat genotypes to zinc deficiency in a calcareous soil. J. Plant. Nutr., 24(11): 1831-1847.
8. Clarke, H.J., and Siddique, K.H.M. 2004. Response of chickpea genotypes to low temperature stress during reproductive development. Field. Crop. Res., 90(2-3): 323-334.
9. Cornillon, P., and Palloix, A. 1997. Influence of sodium chloride on the growth and mineral nutrition of pepper cultivars. J. Plant Nutr. 20(9): 1085-1094.
10. Desilva, A., and Mapa, Br. 1994. Effect of organic matter on available water in noncalcarous brown soils. J. Agri Sci. 31: 82- 92.
11. Ekinci, M., Dursun, A., Yildirim, E., and Parlakova, F. 2014. Effects of nanotechnology liquid fertilizers on the plant growth and yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.). Acta Sci. Pol Hortic., 13(3): 135-141.
12. EL-Said-Al, Ahl. H.A.H., and Mahmoud, A.A. 2010. Effect of zinc and/or iron foliar application on growth and essential oil of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) under salt stress. Ozean. J. Appl. Sci., 3(1): 97-111.
13. El-Wakeil, N.E., and El-Sebai, T.N. 2007. Role of biofertilizer on faba bean growth, yield, and its effect on bean aphid and the associated predators. Res. J. Agric. Biol. Sci., 3(6): 800-807.
14. Emam, Y., and Niknejad, V. 1993. Introduction to Physiology of Crop. Shiraz University, 572p. (In Persian).
15. Esmaeilian, Y., Sirousmehr, A.R., Asghripour, M.R., and Amiri, E. 2012. Comparison of sole and combined nutrient application on yield and biochemical composition of sunflower under water stress. Int. J. Appl. Sci.Technol., 2:3.
16. Estrada-Luna, A.A., and Davies, Jr. F.T. 2003. Arbuscular mycorrhizal fungi influence water relations, gas exchange, abscisic acid and growth of micropropagated chile ancho pepper (*Capsicum annuum*) plantlets during acclimatization and postacclimatization. J. Plant. Physiol., 160(9): 1073-1083.
17. Given, D.R., Dixon, K.W., Barrett, R.L., and Sivasithamparam, K. 2002. Plant conservation and biodiversity: The place of microorganisms. In Microorganisms in plant conservation and biodiversity (pp. 1-18).
18. Glick, B.R., Karaturovic, D.M., and Newell, P.C. 1995. A novel procedure for rapid isolation of plant growth promoting pseudomonads. Can. J. Microbiol., 41(6): 533-536.
19. Hosseini, A., Maleki, A., Fasihi, K., and Naseri, R. 2014. The co-application of plant growth promoting rhizobacteria and inoculation with Rhizobium bacteria on grain yield and its components of mungbean (*Vigna radiate* L.) in Ilam province, Iran. Int. J. Biological. Biomolecular. Agri. food. Technological. Eng., 8(7): 776-781.
20. Janmohammadi, M., Amanzadeh, T., Sabaghnia, N., and Ion, V. 2016. Effect of nano-silicon foliar application on safflower growth under organic and inorganic fertilizer regimes. Bot. Lith., 22(1): 53-64.
21. Kennedy, I.R., Choudhury, A.T.M.A., Kecskes, M.L., Roughley, R.J., and Hien, N.T. 2004. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited. Soil Biol. Biochem., 36(8): 1229-1244.
22. Khan, H.R., McDonald, G.K., and Rengel, Z. 2003. Zn fertilization improves water use efficiency, grain

yield and seed Zn content in chickpea. Plant Soil., 241: 389-400.
23. Khajehpour, D.F. 1997. Principles of Agriculture. (Second edition). Isfahan University of technology publications, 685p. (In Persian).
24. Kumar, B.D., Berggren, I., and Martensson, A.M. 2001. Potential for improving pea production by co-inoculation with fluorescent Pseudomonas and Rhizobium. Plant Soil., 229(1): 25-34.
25. Kumar, N., Kumar, A., Shukla, A., Ram, A., Bahadur, R., and Chaturvedi, O. P. 2018. Effect of Application of Bio-Inoculants on Growth and Yield of *Arachis hypogaea* L. and *Sesamum indicum* L. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci., 7(1): 2869-2875.
26. Kumar, S., Nayyar, H., Bhanwara, R. K., and Upadhyaya, H.D. 2010. Chilling stress effects on reproductive biology of chickpea. J. Agri. Res., 8: 1-14.
27. Lack, S., Ghooshchi, F., and Hadi, H. 2013. Influence of crop growth enhancer bacteria on yield and essential oil content of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Int. Res. J. Appl. Basic Sci., 4(10): 3465-3469.
28. Leithy, S., El-Meseiry, T.A., and Abdallah, E.F. 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on rosemary herbage oil yield and quality. J. Appl. Sci. Res., 2(10): 773-779.
29. Mazaheri, D., and Hosseini, M. 2003 autumn. Basic principles of public agriculture. Tehran University. Press, 412p.
30. Malakouti, M.J., and Homaee, M. 2003. Soil Fertility of Arid and Semi - Arid Regions difficulties and solutions. Tarbiat Modares University, 488p. (In Persian).
31. McKenzie, B.A., and Hill, G.D. 1995. Growth and yield of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties in Canterbury, New Zealand. N.Z.J. Crop Hortic. Sci., 23 (4): 467-474.
32. Mirzaei, M., Dashti, Sh., Absalan, M., Siadat, A., and Fathi, Gh. 2010. Study the effect of planting dates on the yield, yield components and oil content of canola cultivars (*Brassica napus* L.) in Dehloran regoin. Electron. J. Crop Prod., 3(2): 159-176. (In Persian).
33. Mishra, G., Kumar, N., Giri, K., Pandey, S., and Kumar, R. 2014. Effect of fungicides and bioagents on number of microorganisms in soil and yield of soybean (*Glycine max*). Nusanta. Bio Sci., 6(1): 45-48.
34. Naderi, M., Danesh-Shahraki, A., and Naderi, R. 2013. The role of nanotechnology in improving the use efficiency of nutrients and chemical fertilizers. Mon Nanotechnol., 11(12): 16-32.
35. Neenu, S., Ramesh, K., Ramana, S., and Somasundaram, J. 2017. Effect of cultivars and sowing dates on nutrient uptake and yield of chickpea under aberrant climatic conditions in black soils of Central India. Adv. Res., 12(4): 1-11.
36. Nezarat, S., and Gholami, A. 2009. Screening plant growth promoting rhizobacteria for improving seed germination, seedling growth and yield of maize. Pak. J. Biol. Sci., 12(1): 26.
37. Porsa, H., Nezami, A., Bagheri, A., Mohammad abadi, A.A., and Rastegar, J. 2003. Effeces of fall and winter planting dates on morphological characteristics, yield components of chickpea under irrigated Condition of Khorasan (Nishabur). J. Agric. Sci. Natur. Resour., 10(2): 51-64. (In Persian).
38. Ranjbar-Moghaddam, F., and Aminpanah, H. 2015. Green bean (*Phaseolus vulg*aris L.) growth and yield as affected by chemical phosphorus fertilizer and phosphate bio-fertilizer. IDESIA (Chile). 33(2): 77-85.
39. Rahimi, A.R., Mashayekhi, K., Hemmati, Kh., and Dordipour, E. 2010. Effect of salicylic acid and mineral nutrition on fruit yield and yield components of Coriander (*Coriandrum sativum* L.). J. Plant Prod., 16(4): 149-156. (In Persian).
40. Rokhzadi, A., Asgharzadeh, A., Darvish, F., Nour-Mohammadi, G., and Majidi, E. 2008. Influence of plant growth-promoting rhizobacteria on dry matter accumulation and yield of

chickpea (*Cicer arietinum* L.) under field conditions. Am.-Eurasian J. Agric. Environ. Sci., 3(2): 253-257.
41. Sadeghipour, O., Aghaei, P. 2012. Comparison of autumn and spring sowing on performance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties. Int. J. Biosci., 2: 49-58.
42. Seyed Sharifi, R.S., Namvar, A., and Sharifi, R.S. 2017. Grain filling and fatty acid composition of safflower fertilized with integrated nitrogen fertilizer and biofertilizers. Pesqui. Agropecu. Bras., 52(4): 236-243.
43. Saying, M., Mermut, A.R., and Tiessen, H. 1990. Phosphate sorption-desorption characteristics by magnetically separated soil fractions. Soil Sci. Soc. Am. J., 54 (5): 1298-1304.
44. Saxena. N.P. 1980. Pod setting in relation to temperature at Hisar. Inter. Chickpea Newsletter, 2: 11-12.
45. Sarker, A., Ketata, H., Erskine, W., Aydin, N., Aydogan, A., Sabaghpour, S. H., and Kusmenoglu, I. 2002. Winter lentils promise improved nutrition and income in west Asian highlands. Caravan (ICARDA).
46. Savithri, K.S., Ganapathy, P.S., and Sinha, S.K. 1980. Sensitivity to low temperature in pollen germination and fruit-set in *Cicer arietinum* L. J. Exp. Bot., 31 (2): 475-481.
47. Seilsepour, M., Baniani, E., and Kianirad, M. 2002. Effect of phosphate solubilizing microorganism (PSM) inreducing the rate of phosphate fertilizers application to cotton crop. Proceedings of the 15th International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization Salamanca University. 16-19 July. Salamanca, Spain.
48. Singh, A.V., and Prasad, B. 2014. Enhancement of plant growth, nodulation and seed yield through plant growth promoting *Rhizobacteria* in lentil (Lens culinaris Medik cv. VL125). Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci., 3(6): 614-622.
49. Singh, K.B., Malhotra, R.S., Saxena, M. C., and Bejiga, G. 1997. Superiority of winter sowing over traditional spring sowing of chickpea in the Mediterranean region. Agron. J., 89(1): 112-118.
50. Soltani, A., Hammer, G.L., Torabi, B., Robertson, M.J., and Zeinali, E. 2006. Modeling chickpea growth and development: phenological development. Field. Crop. Res., 99(1): 1-13.
51. Srinivasan, A., Saxena, N.P., and Johansen, C. 1999. Cold tolerance during early reproductive growth of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genetic variation in gamete development and function. Field. Crop. Res., 60(3): 209-222.
52. Swift, C.E., and Area, T.R. 2004. Mycorrhiza and soil phosphorus levels. Colorado State University. Cooperation Extention., 1-4.
53. Uddin, M., Hussain, S., Khan, M.M.A., Hashmi, N., Idrees, M., Naeem, M., and Dar, T.A. 2014. Use of N and P biofertilizers reduces inorganic phosphorus application and increases nutrient uptake, yield, and seed quality of chickpea. Turk. J. Agric. Forest. 38 (1): 47-54.
54. Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant Soil., 255(2): 571-586.
55. Yilmaz, A., Ekiz, H., Torun, B., Guttekin, I., Karanlik, S., Bagci, S.A., and Cakmak, I. 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc deficient calcareous soils. J. Plant Nutr., 20: 461-471.