نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۱ شماره ۳ / سال ۱۴۰۰ صفحات ۱۸۰-۱۶۹

# اثر کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه نخود فرنگی (*Pisum sativum* L.) تحت سطوح مختلف آبیاری

**مهدی قاسم بگلو[1*]، محمد صدقی[2]، رئوف سید شریفی[3]، سلیم فرزانه[4]**

تاریخ دریافت: ۹۹/۹/۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/٤/۱۰

۱-دانشجوی دکتری علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
۲-استاد دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه تولید و ژنتیک گیاهی
۳-استاد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
٤- استاد یار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
*مسئول مکاتبه: Email: gasembagloomehdi@yahoo.com

**چکیده**

**اهداف:** این پژوهش با هدف بررسی تاثیر کاربرد کودهای زیستی در سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود فرنگی انجام گردید.

**مواد و روش‌ها:** آزمایش در اراضی روستای گمند از توابع بخش خواجه شهرستان هریس استان آذربایجانشرقی واقع در پانزده کیلومتری شرق تبریز به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل آبیاری در چهار سطح آبیاری نرمال (تیمار شاهد)، قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه‌ها، قطع آبیاری در مرحله‌ی گل‌دهی و عدم آبیاری و کودهای زیستی در هشت سطح (عدم تلقیح بذر(تیمار شاهد)، تلقیح بذر با ازتوباکتر، آزوسپریلیوم، میکوریزا، کاربرد توام ازتوباکتر و آزوسپریلیوم، کاربرد توام ازتوباکترو میکوریزا، کاربرد توام آزوسپریلیوم ومیکوریزا وکاربرد توام ازتوباکتر،آزوسپریلیوم ومیکوریزا ) بود.

**یافته‌ها:** وزن صد دانه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، درصد پروتئین، شاخص برداشت و طول غلاف به طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری و کودهای زیستی قرار گرفتند. تنش خشکی باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گردید. تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته ، درصد پروتئین، شاخص برداشت، طول غلاف و افزایش وزن صد دانه گردید کاربردکودهای زیستی به صورت تکی و تلفیقی باعث افزایش وزن صد دانه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، درصد پروتئین، شاخص برداشت و طول غلاف گردید.

**نتیجه‌گیری:** نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین میزان عملکرد با کاربرد توام ازتوباکتر، آزوسپریلیوم ومیکوریزا در زمان کشت در شرایط آبیاری کامل حاصل شد.

**واژه های کلیدی** : اجزای عملکرد،دتنش خشکی، شاخص برداشت، کود زیستی، نخود فرنگی

# The Effect of Biofertilizers on Grain Yield and Yield Components of Pea (*Pisum sativum* L.) under Different Levels of Irrigation

**Mehdi Ghasembaghlou[1*], Mohannad Sedghi[2], raouf seyed sharifi[3], Salim Farzaneh[4]**

Received: November 25, 2020 Accepted: July 1, 2021

1-PhD student in Seed Science and Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Iran.
2-Prof., Faculty of Agriculture and Natural Resources, Dept. of Plant Production and Genetics, University of Mohaghegh Ardabili, Iran.
3-Prof., College of Agriculture and Natural Resources, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, University of Mohaghegh Ardabili, Iran.
4-Assist. Prof., College of Agriculture and Natural Resources, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, University of Mohaghegh Ardabili, Iran.
*Corresponding Author Email: gasembagloomehdi@yahoo.com

**Abstract**

**Background and Objective:** This study was conducted to investigate the effect of biofertilizer application and drought stress on yield and yield components of pea (*Pisum sativum* L.) seeds.

**Materials and Methods:** The experiment was carried out in the lands of Gomand village of Khajeh section of Harris city of East Azerbaijan province, located 15 km east of Tabriz, in a factorial manner in the main design of random complete blocks.Experimental factors were included irrigation in four levels (normal irrigation as control, water shortage at grain filling stage, water shortage at flowering stage and without irrigation) and biofertilizer at eight levels (no inoculation as control, inoculation with *Azotobacter*, *Azosprilium*, Mycorrhiza, both application of *Azotobacter* and *Azosprilium*, *Azotobacter* and *Mycorrhiza*, *Azosprilium* and *Mycorrhiza*, *Azotobacter* and *Azosprilium* and *Mycorrhiza*).

**Results:** The 100 grain weight, plant height seed per pod, pods per plant, protein percent, harvest index, pod length were significantly affected by different irrigations and biofertilizers treatments. The water stress caused to reduce of yield and yield components. The water stress caused to reduce of plant height seed per pod, pods plant, protein percent, harvest index, pod length and increased 100 grain weight. The application individually and combination of biofertilizer caused to increase of 100 grain weight, plant height seed per pod, pods plant, protein percent, harvest index, pod length.

**Conclusion:** The results of this study showed that the highest level yield was achieved by applications of Azotobacter, Azosprilium and Mycorrhiza at planting in the complete irrigation conditions.

**Keywords:** Biofertilizer, Harvest Index, *Pisum sativum* , Water Stress, Yield Components

**مقدمه**

تنش خشکی یکی از مهمترین عوامل محدود کننده رشد و عملکرد گیاهان محسوب می‌گردد. تنش کمبود آب زمانی رخ می‌دهد که سرعت تعرق بیش از سرعت جذب آب می‌باشد. در واقع، با کاهش مقدار آب در خاک و عدم جایگزینی آن، میزان جذب آب از هدررفت آن

کمتر بوده و پتانسیل آب در گیاه کاهش می‌یابد(باربارا و همکاران ۲۰۱٤).

حبوبات به‌عنوان تامین کننـده پروتئین، دارای ارزش غذایی بالایی می‌باشند و در کـشورهـای جهـان سـوم مناطق خشک، قسمت عمده‌ای از غذای مـردم را تـشکیل می‌دهند. نخود فرنگی یا نخود سبز (*Pisum sativum*) یکی از گیاهان تیره نخود، گیاهی مناسب برای منـاطق با آب و هوای سرد نـسبتاً مرطـوب اسـت کـه در منـاطق گرمسیری کشت زمستانه آن مطلوب می‌باشد (سامرفیلد و رابرتس ۱۹۸۵).گیاهی است بوتـه ای، بـا سـیکل زنـدگی یکـساله ایـن گیـاه در بسیاری از کشورهای دنیا، محصولی است متعلق به فصل سرد سال، کشت و زرع این گیاه، بستگی به محل کشت، از زمستان تا اوایل تابستان است. متوسـط وزن دانـه هـا ی نخـود بین ۰/۳٦-۰/۱ گرم است. این گونه به عنوان سبزی تازه، فریز شده و یا کنسرو شده مورد استفاده قرار می گیرد، اما اغلب برای تولید نخود خشک مانند: لپه، کشت می شود(سانتالا و همکاران ۲۰۰۱). در مناطقی که کشت غـلات بـه‌صـورت دیم مرسوم است و متوسط بارندگی سالیانه ۳۰۰ میلی‌مترمی‌باشد، گیاه خوبی برای قرار گرفتن در تناوب با غـلات می-باشد.(حسینی۱۹۹٤و سامرفیلد و رابرتس ۱۹۸۵).

نیتروژن عنصری کلیدی در تغذیه گیاهان به حساب می‌آید (هسیگاوا و همکاران ۲۰۰۸ )و به عنوان یک جزء اصلی در ساختمان تعدادی مولکول‌های زنده از قبیل پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، اسیدهای آمینه، آنزیم‌ها، ویتامین‌ها و رنگیزه‌ها نقش اساسی در گیاهان ایفا می-کند (هسیگاو و همکاران ۲۰۰۸). با توجه به اینکه به هنگام استفاده از کودهای شیمیایی در ابتدای فصل زراعی، ممکن است بخشی از فرم شیمیایی قابل استفاده عناصر برای گیاه به فرم‌های دیگر تبدیل شود و یا از طریق آبشوئی از دسترس گیاه خارج گردند، این امر باعث ضررهای اقتصادی و آلودگی محیط زیست نیز می‌گردد، بنابراین جهت افزایش کارائی مصرف عناصر غذایی، روش‌های مصرف کود باید به گونه‌ای تغییر کند که مواد غذایی مورد نیاز گیاه در طول یک مدت طولانی و بدون تلفات در اختیار گیاه قرار گیرد (کندی و همکاران ۲۰۰٤). استفاده از کودهای زیستی حل کننده فسفر و تثبیت کننده نیتروژن از جمله روش‌های عملیات زراعی بهینه است که می‌تواند این نقص را برطرف نماید (وو و همکاران ۲۰۰۵). کودهای زیستی، حاوی مواد نگهدارنده‌ای با جمعیت متراکم از یک یا چند نوع میکروارگانیسم مفید خاکزی هستند و یا به صورت فرآورده متابولیکی این موجودات می‌باشند که به منظور بهبود حاصلخیزی خاک و عرضه مناسب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در یک سیستم کشاورزی پایدار به کار می روند. باکتری‌های آزادزی تثبیت کننده نیتروژن از قبیل *Azotobacter* spp و*Azospirillum* spp نه تنها باعث تثبیت نیتروژن می‌شوند، بلکه قادر به تولید فیتوهورمون‌هایی مثل اسید جیبرلیک و ایندول استیک اسید هستند که می توانند باعث تحریک رشد گیاه و جذب مواد غذایی و فتوسنتز شوند (محفوظ و شرف الدین ۲۰۰۷). در پژوهش پیراسته انوشه (۲۰۱۰) که طی آن کودهای زیستی در سطوح مختلف تنش خشکی برای گیاه آفتابگردان مورد استفاده قرار گرفتند مشخص گردید در تیمارهای بدون تنش و تنش ملایم، گیاهان برخوردار از کود زیستی نیتروکسین بهترین عملکرد دانه را داشتند. لازم به ذکر است که در تنش های شدیدتر، کودهای زیستی نسبت به کودهای شیمیایی تأثیر مثبت بیشتری بر عملکرد بیولوژیک گیاه داشتند. دادرسان و همکاران (۲۰۱٦ )در مطالعه اثرات کم آبی و کودهای زیستی و شیمیایی روی گیاه شنبلیله گزارش کردند که به کارگیری ترکیب کودهای شیمیایی و زیستی عملکرد دانه را تحت شرایط تنش خشکی به طور معنی‌داری افزایش داد. این محققان اظهار داشتند که کاربرد کودهای بیولوژیک تحمل به خشکی را در این گیاه افزایش داد.

با توجه به محدودیت منابع آبی و پیامدهای مصرف کودهای شیمیایی به لحاظ زیست محیطی، این پژوهش با هدف تاثیر کاربرد کودهای زیستی و تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه نخود فرنگی طراحی و اجرا گردید.

**مواد و روش‌ها**

این تحقیق دردو سال زراعی ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در اراضی روستای گمند از توابع بخش خواجه شهرستان هریس استان آذربایجانشرقی واقع در ۱۵ کیلومتری شرق تبریز با طول جغرافیایی٤٦ درجه و ۲۷ دقیقه‌ی شرقی وبا عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ٦ دقیقه‌ی شمالی اجرا شد. ارتفاع این نقطه از سطح دریا ١٤٩٠ متر و متوسط بارندگی ۳٤۲ میلی‌متر می‌باشد. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش در جدول ۱ آمده است. تیمارها به صورت فاکتوریل بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد آزمایش قرار گرفتند.

فاکتورهای آزمایش شامل: فاکتور آبیاری در چهار سطح آبیاری کامل(تیمار شاهد)، قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه‌ها، قطع آبیاری در مرحله آغاز گل‌دهی و عدم آبیاری و فاکتر کودهای زیستی در هشت سطح شامل: عدم مصرف کود(تیمار شاهد)، مصرف ازتوباکتر، آزوسپریلیوم، میکوریزا، ازتوباکتر+ آزوسپریلیوم، ازتوباکتر+میکوریزا، آزوسپریلیوم+ میکوریزا و ازتوباکتر+آزوسپریلیوم+میکوریزا بود. بذر نخود فرنگی رقم مراز در طبقه بذری گواهی شده با منشا کشور ترکیه از مرکز بین المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق خشک(ICARDA) ، قارچ میکوریزا از شرکت دانش بنیان زیست فناور توران مستقر در پارک علم و فناوری شاهرود، باکتری آزوسپریلیوم از شرکت دانش بنیان تمیشه گنبد کاووس و کود ازتوباکتر کروکوکوم دکتر بایو از شرکت راهبر زیست فناور البرز تهیه گردید. قارچ میکوریزا با خاک کرت‌های مورد نظر مخلوط گردید و بذرها قبل از کاشت توسط کودهای زیستی تلقیح شدند و سپس در سایه خشک شده و بلافاصله جهت کاشت مورد استفاده قرار گرفتند. برداشت نهایی پس از تکمیل مراحل رشد و نمو گیاه هنگامی‌که برگ‌های بوته‌های نخودفرنگی شروع به زرد شدن و ریزش نمودند و ۸۰ تا ۹۰ درصد غلاف‌ها به رنگ زرد مایل به قهوه‌ای درآمدند و دانه‌ها خشک شدند، از دو متر طولی خطوط عملکرد انجام شد . نمونه‌برداری با حذف حاشیه (دو خط کناری از هر واحد آزمایشی و حذف نیم متر از طرفین هر خط)، از هر واحد آزمایشی از خط عملکرد به طول ۲ متر انجام شد.

**جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری)**

| هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$) | pH | ماده آلی (٪) | نیتروژن (٪) | فسفر ($mg.kg^{-1}$) | پتاسیم ($mg.kg^{-1}$) | بافت خاک |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱/۲٦ | ۷/۸۱ | ۰/۷۱ | ۰/۰۷۱ | ۸/۲ | ۱۹۳ | شنی رسی |

**اندازه‌گیری صفات**

در زمان رسیدگی فیزیولوژیک و پس از برداشت نهایی از هر واحد آزمایشی، ۱۰ بوته برداشت شد و پس از انتقال به آزمایشگاه ارتفاع بوته، وزن صد دانه، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف، اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری پروتئین بذر با استفاده از روش کجلدال انجام پذیرفت (پاردو و همکاران ۲۰۰۰). شاخص برداشت با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (کورتنی و همکاران ۲۰۰۸).

۱۰۰ × (عملکرد اقتصادی/عملکرد کل بوته) = شاخص برداشت (درصد)

پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها تجزیه و تحلیل‌های آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-Cو رسم نمودارها با بهره‌گیری از نرم افزار Excel انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

## نتایج و بحث

### تعداد غلاف در بوته

مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته در تیمارآبیاری شاهد(۵/٦۹) بود د و کمترین تعداد غلاف در بوته (۳/۱۷) در تیمار بدون آبیاری بدست آمد بنابراین تنش خشکی باعث کاهش تعداد غلاف در بوته گردید. یکی از دلایل موثر در کاهش تعداد غلاف در رژیم‌های کم آبیاری، کاهش دوره گرده‌افشانی و نتیجتاً کاهش تعداد غلاف می‌باشد. در واقع با کاهش رطوبت و تنش خشکی طی مراحل زایشی، جوانه‌های مولد گل تحت تأثیر خشکی قرار گرفته و ریزش گل‌ها باعث کاهش تولید غلاف می‌شود (رضوانی مقدم و صادقی سمرجان ۲۰۰۸). در تیمار کود زیستی بیشترین تعداد غلاف در بوته در تیمار تلفیقی از سه نوع کود زیستی(٤/۷۷) بود و کمترین تعداد غلاف در بوته در تیمار شاهد (٤/۱٤) بدست آمد. کاربرد سطوح بالای نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی گیاه در ابتدای رشد و تخلیه رطوبتی سریع خاک شد و از طرفی کاربرد یک دور آبیاری کمک چندانی به افزایش تعداد غلاف نرد. بنابراین هرچه آب آبیاری بیشتر شود و به‌همراه آن نیز سطوح متعادل کود نیتروژن به‌کار رود، گیاه دارای کانوپی بزرگتری می‌شود که قادر است مخزن زایشی بزرگتری را نیز تغذیه نماید و به‌میزان کافی ماده خشک به آن اختصاص دهد، در نتیجه تعداد غلاف در بوته افزایش می‌یابد (گلدانی و رضوانی مقدم ۲۰۰۷). دراثر متقابل تنش خشکی×کود زیستی بیشترین تعداد غلاف در بوته(٦/۸۸) در تیمار کود کامل در تیمار آبیاری کامل و کمترین تعداد غلاف در بوته(۳/۲۷) در تیمار بدون کود(شاهد) در تیمار عدم آبیاری بدست آمد(جدول۳).

**جدول۲- تجزیه واریانس مربوط به تاثیر کاربرد کودهای زیستی و سطوح مختلف تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخودفرنگی**

| منابع تغییر | درجه آزادی | تعداد غلاف در بوته | تعداد دانه در غلاف | وزن صد دانه | عملکرد دانه | شاخص برداشت | درصد پروتئین | ارتفاع بوته |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار | ۲ | ۰/۳٤۲$^{ns}$ | ۲/۲۱۰$^{ns}$ | ۰/۰۰۵$^{ns}$ | ۳۱۹/۵۱۰ $^{ns}$ | ۰/۰۰۲$^{**}$ | ۰/۰۱٤$^{**}$ | ۰/۰۳۸ $^{ns}$ |
| تنش | ۳ | ۳۰/۱۷۰$^{**}$ | ۱۰۱۸/۱۵۷$^{**}$ | ۱۵/۲۹۱ | ۱۹۹۵۵۵۰/٤$^{**}$ | ۰/۲۳۰$^{**}$ | ۵۸/۱۷$^{**}$ | ۳۵۹/۲۷۳ |
| کود زیستی | ۷ | ۰/۷۳۸$^{**}$ | ۹۰/٦۹۵$^{**}$ | ۲۹/۵۲۷$^{**}$ | ۱۱۰/۳ | ۰/۰۷۷$^{**}$ | ۲۷/۷۸۵$^{**}$ | ۹۹/۸۱۸$^{**}$ |
| تنش× کود زیستی | ۲۱ | ۰/٤۰۳$^{**}$ | ۵/۰۳۵$^{**}$ | ۰/٤۵۲$^{**}$ | ۲۱۱۷۲/۵۰٦$^{**}$ | ۰/۰۰٤$^{**}$ | ۰/۱۳۲$^{**}$ | ۵/۹۵۹$^{**}$ |
| خطای آزمایش | ٦۲ | ۰/۵۱۵ | ۱/۷٦٦ | ۰/۰۱۸ | ٤۰۸/۱۹۹ | ۰/۰۰۱۵ | ۰/۰۰۳ | ۰,۰٦۳ |
| ضریب تغییرات (٪) | | ۱٦/٤۸ | ۷/۷۷ | ۰/۹۹ | ۲/۵۰ | $^{**}$۰/۰۰۲ | ۰/۲۲ | ۱/۰۷ |

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

**جدول ۳- ترکیبات تیماری تنش در کود زیستی برای تعداد غلاف در بوته نخود فرنگی**

| کود زیستی | آبیاری کامل | قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه | قطع آبیاری در مرحله گل دهی | عدم آبیاری |
|---|---|---|---|---|
| **بدون کود** | ٤/٩٤٠$^{bcdefghi}$ | ٤/٤٣٣$^{cdefghij}$ | ٣/٩٤٣$^{defghijk}$ | ٣/٢٧٧$^{ghijk}$ |
| **ازتوباکتر** | ٥/١٣٠$^{bcdefg}$ | ٤/٧٧٧$^{bcdefghi}$ | ٣/٦٦٠$^{fghijk}$ | ٢/٥٥٣$^{k}$ |
| **آزسپریلیوم** | ٥/٢٢٠$^{abcdef}$ | ٤/٧٧٣$^{bcdefghi}$ | ٣/٧٧٣$^{efghijk}$ | ٣/١٠٧$^{ijk}$ |
| **میکوریزا** | ٥/٦٦٣$^{abcd}$ | ٤/٦٦٣$^{bcdefghij}$ | ٣/٦٦٣$^{fghijk}$ | ٢/٨٨٧$^{jk}$ |
| **ازتوباکتر+ آزسپریلیوم** | ٥/٥٥٣$^{abcde}$ | ٤/٩٩٧$^{bcdefgh}$ | ٣/٧٧٧$^{efghijk}$ | ٣/٢٢٠$^{hijk}$ |
| **ازتوباکتر + میکوریزا** | ٦/٣٢٠$^{ab}$ | ٤/٩٩٧$^{bcdefgh}$ | ٣/٩٩٧$^{cdefghijk}$ | ٣/١١٠$^{ijk}$ |
| **آزسپریلیوم + میکوریزا** | ٥/٨٣٣$^{abc}$ | ٤/٧٧٣$^{bcdefghi}$ | ٣/٧٧٣$^{efghijk}$ | ٣/٣٣٠$^{ghijk}$ |
| **ازتوباکتر+آزوسپریلیوم+میکوریزا** | ٦/٨٨٧$^{a}$ | ٤/٩٩٧$^{bcdefgh}$ | ٣/٣٣٠$^{ghijk}$ | ٣/٨٨٣$^{defghijk}$ |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ٥ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

**تعداد دانه در غلاف**

مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف در تیمارآبیاری شاهد بود که (٣/٥٢) درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت و کمترین تعداد دانه در غلاف (٢/٢٩) در تیمار بدون آبیاری بدست آمد. بنابراین تنش خشکی باعث کاهش تعداد دانه در غلاف گردید. با افزایش میزان آب آبیاری، رشد غلاف ها و بلوغ آنها در یک دوره طولانی‌تر انجام می‌شود و برگها با سرعتی آهسته‌تر پیر می‌شوند، در نتیجه تعداد دانه در غلاف افزایش می‌یابد. در مقابل، کاهش میزان آب آبیاری و همچنین افزایش ناگهانی درجه حرارت سبب پیری زودرس گیاه می-شود(ساکسینا و سینک ١٩٩٧). عدم تأمین مواد فتوسنتزی لازم برای رشد جنین و تکامل بذر، یکی از دلایل عمده کاهش تعداد دانه در بوته در شرایط تنش خشکی می‌باشد. در تیمار کود زیستی بیشترین تعداد دانه در غلاف در تیمار تلفیقی از سه نوع کود زیستی(٣/٢٢) بود و کمترین تعداد دانه در غلاف در تیمار شاهد (٢/٠٣) بدست آمد. دراثر متقابل تنش خشکی×کود زیستی بیشترین تعداد دانه در غلاف (٤/٣٨) در تیمار کود کامل در تیمار آبیاری کامل و کمترین تعداد دانه در غلاف (١/٥١) در تیمار بدون کود(شاهد) در تیمار عدم آبیاری بدست آمد(جدول٤). مشخص شده که این باکتری‌ها علاوه بر کمک به جذب عنصری خاص، موجب جذب سایر عناصر، کاهش بیماری‌ها و بهبود ساختمان خاک و درنتیجه تحریک بیشتر رشد گیاه و افزایش کمی و کیفی محصول می‌شوند (ویل بوم و همکاران٢٠٠٤). در تحقیق یاداو و همکاران (٢٠٠٢)در اسفرزه، مشخص شد که کاربرد کود آلی به‌طور معنی‌داری سبب افزایش تعداد دانه در سنبله گردید.

**وزن صد دانه**

مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین وزن صد دانه در تیمار قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی بود که ١,٧٥ گرم نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت و کمترین وزن صد دانه در تیمار شاهد بدست آمد. شایان ذکر است که بین تیمار شاهد و عدم آبیاری تفاوت معنی داری مشاهده نگردید.علت بالا بودن وزن هزار دانه در تیمار قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی کاهش تعداد دانه در نیام و تخصیص مواد فتوسنتزی به تعداد کمتری بذر می باشد. در تیمار کود زیستی بیشترین وزن صد دانه در تیمار تلفیقی از سه نوع کود زیستی بود که ٤/٣٣ گرم نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت و کمترین وزن

**جدول۴- ترکیبات تیماری تنش در کود زیستی برای تعداد دانه در غلاف نخود فرنگی**

| کود زیستی | آبیاری کامل | قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه | قطع آبیاری در مرحله گل دهی | عدم آبیاری |
|---|---|---|---|---|
| بدون کود | ۲/۵۶۷$^{i}$ | ۲/۲۶۳$^{jkl}$ | ۱/۷۸۳$^{m}$ | ۱/۵۱۷$^{n}$ |
| ازتوباکتر | ۳/۲۰۳$^{f}$ | ۳/۰۰۳$^{fg}$ | ۲/۶۷۷$^{hi}$ | ۲/۳۷۳$^{j}$ |
| آزسپریلیوم | ۲/۹۴۰$^{fg}$ | ۳/۰۳۰$^{fg}$ | ۲/۹۰۰$^{g}$ | ۲/۶۶۷$^{hi}$ |
| میکوریزا | ۳/۶۵۰$^{cd}$ | ۳/۲۳۳$^{e}$ | ۲/۶۵۰$^{hi}$ | ۲/۲۱۷$^{kl}$ |
| ازتوباکتر+ آزسپریلیوم | ۳/۷۶۷$^{bc}$ | ۳/۰۶۷$^{f}$ | ۲/۷۶۷$^{h}$ | ۲/۴۰۳$^{j}$ |
| ازتوباکتر + میکوریزا | ۳/۸۸۷$^{b}$ | ۳/۲۸۳$^{e}$ | ۲/۷۳۰$^{h}$ | ۲/۳۸۳$^{j}$ |
| آزسپریلیوم + میکوریزا | ۳/۸۲۳$^{b}$ | ۳/۲۴۷$^{e}$ | ۲/۵۸۳$^{i}$ | ۲/۱۸۳$^{l}$ |
| ازتوباکتر+آزوسپریلیوم+میکوریزا | ۴/۳۸۰$^{a}$ | ۳/۵۹۰$^{d}$ | ۲/۳۰۷$^{jk}$ | ۲/۵۸۰$^{i}$ |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

صد دانه در تیمار شاهد (بدون کود) بدست آمد. که این موارد با نتایج آزمایش تومار(۱۹۹۸) مطابقت دارد. وی تأثیر باکتری‌های حل‌کننده فسفات و کود دامی را بر عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسید که تلقیح این باکتری‌ها باعث افزایش وزن صد دانه لوبیا چشم‌بلبلی شد. در بررسی پوریوسف و همکاران (۲۰۱۰) تلقیح با کود زیستی فسفات بارور ۲ در مقایسه با عدم تلقیح با آن، وزن هزار دانه اسفرزه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. دراثر متقابل تنش خشکی×کود زیستی بیشترین وزن صد دانه در تیمار کود کامل در قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی و کمترین وزن صد دانه در تیمار بدون کود(شاهد) در تیمار آبیاری شاهد بدست آمد(جدول۵). بخشی از بهبود عملکرد به واسطه کاربرد کودهای زیستی را می-توان به نقش این کودها در تولید و تجمع برخی اسمولیت‌های غیرسمی مانند پرولین نسبت داد که تجمع آن در شرایط تنش، نقش یک محافظ اسمزی را ایفا میکند(چیچک و چاکریلار۲۰۰۲) و موجب بهبود جذب بهتر آب از خاک خشک می‌شود (اورکی و همکاران ۲۰۱۲). علاوه بر پرولین، افزایش فعالیتهای آنتی‌اکسیدانی نیز به واسطه کاربرد کودهای زیستی می‌تواند یکی دیگر از دالیل بهبود عملکرد و افزایش تحمل گیاه تلقی شود (رهنما و ابراهیم زاده ۲۰۰۴).

**جدول۵- ترکیبات تیماری تنش در کود زیستی برای وزن صد دانه نخود فرنگی**

| کود زیستی | آبیاری کامل | قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه | قطع آبیاری در مرحله گل دهی | عدم آبیاری |
|---|---|---|---|---|
| بدون کود | ۹/۷۳۳$^{r}$ | ۱۰/۱۳$^{q}$ | ۱۱/۹۳$^{no}$ | ۱۰/۵۷$^{p}$ |
| ازتوباکتر | ۱۳/۹۳$^{hi}$ | ۱۴/۳۰$^{fg}$ | ۱۵/۲۱$^{c}$ | ۱۴/۱۲$^{gh}$ |
| آزسپریلیوم | ۱۰/۸۵$^{p}$ | ۱۱/۹۷$^{n}$ | ۱۳/۷۳$^{ij}$ | ۱۱/۶۵$^{o}$ |
| میکوریزا | ۱۱/۷۵$^{no}$ | ۱۲/۳۱$^{ln}$ | ۱۴/۳۲$^{fg}$ | ۱۲/۰۴$^{mn}$ |
| ازتوباکتر+ آزسپریلیوم | ۱۴/۲۴$^{fgh}$ | ۱۴/۴۷$^{ef}$ | ۱۵/۵۸$^{b}$ | ۱۴/۳۴$^{fe}$ |
| ازتوباکتر + میکوریزا | ۱۴/۳۷$^{fg}$ | ۱۴/۷۰$^{de}$ | ۱۵/۸۳$^{b}$ | ۱۴/۲۷$^{fe}$ |
| آزسپریلیوم + میکوریزا | ۱۳/۱۴$^{k}$ | ۱۳/۴۶$^{j}$ | ۱۳/۵۶$^{j}$ | ۱۲/۳۷$^{l}$ |
| ازتوباکتر+آزوسپریلیوم+میکوریزا | ۱۴/۴۲$^{efg}$ | ۱۴/۸۹$^{d}$ | ۱۶/۲۵$^{a}$ | ۱۴/۱۱$^{gh}$ |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

**عملکرد دانه**

مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۱۱۲۳ کیلوگرم در هکتار) در تیمارآبیاری شاهد بود و کمترین عملکرد دانه (٤٨٣ کیلوگرم در هکتار) در تیمار بدون آبیاری بدست آمد. که نشان دهنده کاهش ۵۷ درصدی عملکرد در تیمار عدم آبیاری است. بنابراین تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه گردید. پژوهشگران، کاهش در تولید کربوهیدرات جهت پر شدن دانه در اثر کم آبیاری و همچنین تضعیف سیستم آوندی نزدیک گل‌آذین، از جمله مهم‌ترین دلایل فیزیولوژیک برای کاهش عملکرد دانه تحت شرایط تنش رطوبتی عنوان کرده اند (مالک و همکاران ٢٠١٤).که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی دارد. در تیمار کود زیستی بیشترینعملکرد دانه (١١٠٤کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار تلفیقی از هر سه کود و کمترین عملکرد دانه(٣٦٤/٤ کیلوگرم در هکتار)در تیمار کودی شاهد به مقدار بدست آمدکاربرد تلفیقی از سه نوع کود زیستی باعث افزایش ۷۰ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد گردید. بین تیمارهای ازتوباکتر و تلفیق آزوسپریلیوم با میکوریزا، همچنین تلفیق ازتوباکتر با میکوریزا و ازتوباکتر با آزوسپریلیوم تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ٦). در یک پژوهش تلقیح باکتری‌های ریزوسفری به عنوان کودهای زیستی در لوبیای رونده منجر به افزایش فعالیت‌های فتوسنتزی، بهبود راندمان مصرف آب، افزایش محتوای پروتئین، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف و در نتیجه عملکرد دانه در گیاه گردید (اسدی و همکاران ۲۰۰۵). که با نتایج حاصل از این تحقیق همخوانی دارد.دراثر متقابل تنش خشکی×کود زیستی بیشترین عملکرد دانه(۱۵۵۱ کیلوگرم در هکتار)در تیمار تلفیقی از هر سه کود در تیمار آبیاری شاهدو کمترین عملکرد دانه(۱۹۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار بدون کود(شاهد) و عدم آبیاری بدست آمد.استفاده از کودهای زیستی در شرایط تنش رطوبتی از طریق افزایش جذب عناصر غذایی موجب افزایش عملکرد دانه می‌گردد (بیسواس و همکاران ۲۰۰۸). استفاده از باکتری‌های *Pseudomonas putida* و *Azotobacter chrococcum* تحت شرایط تنش رطوبتی از طریق افزایش مقدار پرولین برگ و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی(وسی ۲۰۰۳) مقاومت گیاه به شرایط کم‌آبیاری افزایش یافته و کاهش عملکرد دانه کمتر تحت شرایط تنش قرار می‌گیرد.

**جدول۶- ترکیبات تیماری تنش × کود زیستی برای عملکرد دانه نخود فرنگی**

| کود زیستی | آبیاری کامل | قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه | قطع آبیاری در مرحله گل دهی | عدم آبیاری |
|---|---|---|---|---|
| بدون کود | ۵۸۸/۳$^{m}$ | ۴۲۲/۷$^{o}$ | ۲۵۱/۳$^{q}$ | ۱۹۵$^{r}$ |
| ازتوباکتر | ۱۱۹۵$^{d}$ | ۱۰۱۵$^{f}$ | ۶۴۱/۳$^{l}$ | ۵۰۳$^{n}$ |
| آزسپریلیوم | ۸۹۱/۷$^{h}$ | ۷۷۶/۳$^{jk}$ | ۴۸۹$^{n}$ | ۳۶۶/۷$^{p}$ |
| میکوریزا | ۱۰۲۸$^{f}$ | ۹۰۹/۷$^{h}$ | ۷۶۱$^{jk}$ | ۴۴۵$^{o}$ |
| ازتوباکتر+ آزسپریلیوم | ۱۲۷۲$^{c}$ | ۱۱۱۱$^{e}$ | ۷۴۲/۳$^{k}$ | ۵۹۷/۷$^{ln}$ |
| ازتوباکتر + میکوریزا | ۱۳۱۹$^{b}$ | ۱۱۹۸$^{d}$ | ۷۹۷$^{j}$ | ۵۶۸/۷$^{m}$ |
| آزسپریلیوم + میکوریزا | ۱۱۴۱$^{e}$ | ۹۷۰/۳$^{g}$ | ۷۷۶/۷$^{jk}$ | ۵۵۱$^{m}$ |
| ازتوباکتر+آزوسپریلیوم+میکوریزا | ۱۵۵۱$^{a}$ | ۱۲۹۲$^{bc}$ | ۸۴۵/۷$^{i}$ | ۶۳۸/۷$^{l}$ |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

**شاخص برداشت**

مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین شاخص برداشت در تیمارآبیاری شاهد بود که (٤٧/٣٦ درصد) و کمترین شاخص برداشت (٢٥/٦٨درصد) در تیمار بدون آبیاری بدست آمد بنابراین تنش خشکی باعث کاهش میزان شاخص برداشت گردید. با توجه به اینکه در مراحل تشکیل دانه‌ها کمبود رطوبت باعث کاهش فتوسنتز برای پر شدن دانه‌ها می‌شود. در نتیجه شاخص برداشت کاهش می‌یابد. مطالعات نشان می-دهد که بیشترین شاخص برداشت نخود تحت شرایط فاریاب حاصل می‌شود، زیرا با رشد رویشی مناسبی وارد مرحله زایشی می‌شود که می‌تواند غلاف‌های در حال پر شدن را تغذیه کند. در این ارتباط اجتناب از تنش خشکی بعد از مرحله گلدهی به‌ویژه در مرحله غلاف‌دهی تا دانه بستن ضروری است (جالوتا و همکاران ٢٠٠٦). در تیمار کود زیستی بیشترین شاخص برداشت مربوط به تیمار تلفیقی از هر سه کود به میزان (٧٨/٤٧) درصد و کمترین میزان شاخص برداشت در تیمار کودی شاهد به میزان (١٩/٤٣) درصد بدست آمد. کریمی و همکاران (٢٠٠٩) گزارش کردند کاربرد ٥٠ کیلوگرم کود نیتروژن نسبت به عدم مصرف آن باعث افزایش شاخص برداشت در گیاه نخود می‌شود. زیرا کود نیتروژن در ابتدای فصل رشد سبب استقرار سریع‌تر نخود در مزرعه، افزایش رشد رویشی و افزایش ارتفاع گیاه خواهد شد. همچنین، وجود نیتروژن در ابتدا و تا قبل از اینکه تثبیت نیتروژن توسط گرهک‌های ریشه‌ها در گیاه صورت گیرد نیتروژن مورد نیاز آن را تأمین می‌کند. دراثر متقابل تنش خشکی×کود زیستی بیشترین شاخص برداشت در تیمار تلفیقی از هر سه کود در تیمار آبیاری شاهد و کمترین شاخص بردات در تیمار بدون کود(شاهد) در تیمار آبیاری شاهد بدست آمد(جدول٧).

**جدول٧-ترکیبات تیماری تنش در کود زیستی برای شاخص برداشت نخود فرنگی**

| کود زیستی | آبیاری کامل | قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه | قطع آبیاری در مرحله گل دهی | عدم آبیاری |
|---|---|---|---|---|
| **بدون کود** | ٢٣/٦٠$^{mn}$ | ٢١/٥٣$^{no}$ | ١٧/٧٠$^{op}$ | ١٤/٨٧$^{p}$ |
| **ازتوباکتر** | ٤٤/٣٧$^{efg}$ | ٤٠/٥٣$^{gh}$ | ٢٩/٦٧$^{jkl}$ | ٢٦/٥٣$^{klmn}$ |
| **آزسپریلیوم** | ٤٦/٦٣$^{def}$ | ٤١/١٣$^{fgh}$ | ٣١/٨٠$^{ijk}$ | ٢٦/٢٧$^{klmn}$ |
| **میکوریزا** | ٤٧/٩٠$^{de}$ | ٣٩/٢٠$^{gh}$ | ٢٩/٧٣$^{jkl}$ | ٢٤/٨٧$^{lmn}$ |
| **ازتوباکتر+ آزسپریلیوم** | ٤٨/٣٣$^{de}$ | ٣٨/٩٠$^{gh}$ | ٣١/٣٠$^{ijk}$ | ٢٨/٠٧$^{jklm}$ |
| **ازتوباکتر + میکوریزا** | ٥٧/٢٣$^{b}$ | ٥١/٢٠$^{cd}$ | ٣٢/٣٠$^{ijk}$ | ٢٣/٦٣$^{mn}$ |
| **آزسپریلیوم + میکوریزا** | ٤٧/٦٧$^{de}$ | ٤٣/٠٧$^{efg}$ | ٣٥/٦٣$^{hi}$ | ٢٨/١٣$^{jklm}$ |
| **ازتوباکتر+آزوسپزیلیوم+میکوریزا** | ٦٣/١٧$^{a}$ | ٥٤/٧٣$^{bc}$ | ٤٠/٠٣$^{gh}$ | ٣٣/٠٧$^{ij}$ |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ٥ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

**درصد پروتئین**

مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان پروتئین در تیمارآبیاری شاهد(٢٥) بود و کمترین میزان پروتئین (٢٣/٠٣) درصد در تیمار بدون آبیاری بدست آمد بنابراین تنش خشکی باعث کاهش میزان پروتئین گردید. زمانی که گیاهان با تنش‌های محیطی از جمله

خشکی مواجه می‌شوند، مواد آلی با وزن مولکولی پایین مانند پرولین را انباشته می‌کنند. این انباشتگی می‌تواند به دلیل تخریب ماکرو مولکول-هایی مانند پروتئین باشد که به اجزای سازنده خود تبدیل می شوند. هر چه مدت زمان تنش بیشتر باشد، پرولین بیشتری در گیاه ساخته می‌شود و در نتیجه میزان پروتئین بیشتری تخریب می‌گردد. در تیمار کود زیستی بیشترین درصد پروتئین مربوط به تیمار تلفیقی از هر سه کود به میزان (۲۵/۹۳) درصد و کمترین درصد پروتئین در تیمار کودی شاهد به میزان (۲۱/۲۳) درصد بدست آمد. کاربرد کودهای زیستی با فراهمی نیتروژن مقدار تقسیط نیتروژن از قسمت-های رویشی به دانه را در مقایسه با هیدرات های کربن افزایش داده و موجب افزایش غلظت نیتروژن دانه و درصد پروتئین آن می-گردند. دلیل بالا بودن پروتئین دانه با کاربرد کودهای زیستی را می‌توان به جذب سریعتر نیتروژن و افزایش غلظت نیتروژن در اندام‌های هوایی و در نتیجه انتقال بیشتر به دانه ذکر کرد (مارشنر ۱۹۹۵). همچنین کاربرد کودهای زیستی موجب تثبیت نیتروژن میگردد که این عنصر ماده اولیه تشکیل دهنده پروتئین می باشد. دراثر متقابل تنش خشکی×کود زیستی بیشترین درصد پروتئین(۲۶/۹۴) در تیمار کود کامل در تیمار آبیاری کامل و کمترین درصد پروتئین(۲۰/۳۲) در تیمار بدون کود(شاهد) در تیمار عدم آبیاری بدست آمد(جدول۸). استفاده از کودهای زیستی موجب افزایش میزان پروتئین در مواردی که با تنش‌های کم آبی روبرو هستیم می‌شود.

**جدول۸-ترکیبات تیماری تنش × کود زیستی برای درصد پروتئین نخود فرنگی**

| کود زیستی | آبیاری کامل | قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه | قطع آبیاری در مرحله گل دهی | عدم آبیاری |
|---|---|---|---|---|
| بدون کود | ۲۲/۱۱$^{s}$ | ۲۱/۵۹$^{t}$ | ۲۰/۸۹ $^{v}$ | ۲۰/۳۲$^{w}$ |
| ازتوباکتر | ۲۵/۲۸$^{fg}$ | ۲۴/۷۴$^{i}$ | ۲۳/۹۶$^{l}$ | ۲۳/۱۵$^{p}$ |
| آزسپریلیوم | ۲۵/۲۴$^{g}$ | ۲۴/۷۲$^{i}$ | ۲۳/۹۲$^{lm}$ | ۲۳/۶۵$^{n}$ |
| میکوریزا | ۲۳/۳۵$^{o}$ | ۲۲/۷۹$^{q}$ | ۲۲/۲۶$^{r}$ | ۲۱/۲۲$^{u}$ |
| ازتوباکتر+ آزسپریلیوم | ۲۵/۳۳$^{ef}$ | ۲۴/۸۵$^{h}$ | 24/24$^{k}$ | ۲۳/۸۷$^{m}$ |
| ازتوباکتر + میکوریزا | ۲۵/۹۳$^{c}$ | ۲۵/۲۵$^{fg}$ | 24/75$^{i}$ | $^{l}$۲۳/۹۷ |
| آزسپریلیوم + میکوریزا | ۲۵/۸۲$^{d}$ | ۲۵/۳۷$^{e}$ | ۲۴/۶۳ $^{j}$ | ۲۳/۷۴$^{n}$ |
| ازتوباکتر+آزوسپریلیوم+میکوریزا | ۲۶/۹۴$^{a}$ | ۲۶/۶۳$^{b}$ | ۲۵/۸۷$^{cd}$ | ۲۴/۲۹$^{k}$ |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

**ارتفاع بوته**

مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در تیمارآبیاری شاهد بود که (۳۰/۹) درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت و کمترین ارتفاع بوته ( ۱۹/۲۵ سانتیمتر) در تیمار بدون آبیاری بدست آمد بنابراین تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع بوته گردید. به نظر می‌رسد در تنش‌های متوسط، کاهش ارتفاع بوته به دلیل کاهش تعداد گره در ساقه و همچنین کاهش تعداد میانگره‌ها است (مغانی باشی و رزمجو ۲۰۱۳).این یافته با نتایج حاصل از آزمایش‌های خاشعی و همکاران (۲۰۰۸ ) روی ذرت مطابقت دارد. آنها گزارش کردند تنش خشکی باعث کاهش در ارتفاع و قطر ساقه می‌شود. در تیمار کود زیستی بیشترین ارتفاع بوته در کود کامل بود که (۳۳/۶)درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت و کمترین ارتفاع بوته در تیمار شاهد (بدون کود) بدست آمد. در اثر متقابل تنش خشکی×کود

زیستی بیشترین ارتفاع بوته (۳۳/۱۷ سانتیمتر) در تیمار کود کامل در آبیاری شاهد و کمترین ارتفاع بوته (۱۵/۳۸ سانتی¬متر) در تیمار بدون کود(شاهد) در عدم آبیاری بدست آمد(جدول۹). تنش خشکی موجب کاهش مقدار آب، آماس، پتانسیل کل آب، پژمردگی، بسته شدن روزنه¬ها و کاهش در بزرگ شدن سلول ها و رشد رویشی می گردد . کمیت و کیفیت رشد رویشی گیاه بستگی به تقسیم سلولی، بزرگ شدن سلول ها و تمایز دارد و کلیه این حوادث متأثر از تنش خشکی می باشند (کوساکا و همکاران ۲۰۰۵). همچنین نتایج به دست آمده از بررسی کریمی و همکاران (۲۰۱۳) نشان می‌دهد که تلقیح لوبیا سبز با فسفات بارور-۲ منجر به افزایش تعداد برگ، همچنین تعداد شاخه جانبی، ارتفاع و درنهایت عملکرد نیام شد. زراب پور و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان دادند استفاده از کود بیولوژیک در لوبیاچیتی با ایجاد ارتفاع ۵۸/۹۲ سانتیمتر بیشترین ارتفاع را به خود اختصاص داد.

**جدول ۹- ترکیبات تیماری تنش در کود زیستی برای ارتفاع بوته نخود فرنگی**

| کود زیستی | آبیاری کامل | قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه | قطع آبیاری در مرحله گل دهی | عدم آبیاری |
|---|---|---|---|---|
| بدون کود | ۲۱/۲۶$^{l}$ | ۱۸/۳۳$^{p}$ | ۱۶/۲۵$^{q}$ | ۱۵/۳۸$^{r}$ |
| ازتوباکتر | ۲۹/۰۵$^{cd}$ | ۲۷/۰۴$^{f}$ | ۲۲/۰۶$^{k}$ | ۱۹/۵۱$^{no}$ |
| آزسپریلیوم | ۲۶/۵۲$^{fg}$ | ۲۴/۲۸$^{h}$ | ۲۱/۷۶$^{kl}$ | ۱۹/۲۴$^{o}$ |
| میکوریزا | ۲۳/۲۷$^{j}$ | ۲۲/۰۶$^{k}$ | ۲۰/۳۶$^{m}$ | ۱۹/۲۶$^{o}$ |
| ازتوباکتر+ آزسپریلیوم | ۲۸/۹۹$^{cd}$ | ۲۸/۱۰$^{e}$ | ۲۳/۲۰$^{j}$ | ۲۱/۴۳$^{l}$ |
| ازتوباکتر + میکوریزا | ۳۱/۲۶$^{b}$ | ۲۸/۵۵$^{de}$ | ۲۳/۵۴$^{ij}$ | ۱۹/۹۴$^{mn}$ |
| آزسپریلیوم + میکوریزا | ۲۹/۳۷$^{c}$ | ۲۶/۴۰$^{g}$ | ۲۱/۴۰$^{l}$ | ۱۹/۲۶$^{o}$ |
| ازتوباکتر+آزوسپریلیوم+میکوریزا | ۳۳/۱۷$^{a}$ | ۲۹/۵۱$^{c}$ | ۲۲/۰۴$^{hi}$ | ۱۹/۹۹$^{mn}$ |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

## نتیجه گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین میزان عملکرد با استفاده از ازوتوباکتر، آزوسپریلیوم و میکوریزا در شرایط آبیاری کامل حاصل شد. همچنین می‌توان کشاورزان مناطق خشک و نیمه خشک را جهت افزایش عملکرد به استفاده از کودهای زیستی ترغیب نمود.

## سپاسگزاری

از اساتید گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز علی‌الخصوص جناب آقای دکتر روح اله امینی و دکتر عادل دباغ محمدی نسب و استاد راهنما و مشاورین محترم که در به ثمر رسیدن این پژوهش اینجاب را یاری نموده‌اند کمال تشکر را دارم.

## منابع مورد استفاده

Barbara EK, Nora LE and Edith S. 2014. Compartment specific response of antioxidants to drought stress in Arabidopsis. Journal of Plant Science, 227: 133-144.

Cicek N and Cakirlar H. 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. Bulgarian Journal of Plant Physiology, 28: 66-74.

Courtney RG and Mullen G. 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. Journal of Bioresource Technology, 99: 2913-2918.

Dadrasan M, Chaichi MR, Pourbabaee AA, Yazdani and Keshavarz-Afshar R. 2016. Deficit irrigation and biological fertilizer influence on yield and trigonelline production of fenugreek. Journal of Industrial Crops and Products, 77: 156-162.

Goldani M and Rezvani Moghaddam P. 2007. The effects of different irrigation regims and planting dates on phenology and growth indices of tree chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars in mashhad.Journal of Agriculture and Natural Resources Sciences, 14: 229-242. (In Persian)...

Hassegawa RH, Fonseca H, Fancelli AL, da Silva VN, Schammass EA, Reis TA and Corre^a B. 2008. Influence of macro-and micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. Journal of Food Control, 19: 36-43.

Hosseini NM. 1994. Food Legumes in Iran. Tehran Jehad Daneshgahi Press, 240 p.

Jalota SK, Sood A and Harman WL. 2006. Assessing the response of chickpea (*Cicer aeritinum* L.) yield to irrigation water on two soils in Punjab (India): A simulation analysis using the CROPMAN model. Agricultural Water Management, 79: 312-320.

Karimi B and Farneya A. 2009. Evaluation of cultural traits, yield and yield components of rainfed chickpea cultivars with supplemental irrigation. International Journal of Modern Agriculture, 17: 83-90. (In Persian).

Karimi K, Boland Nezar S and Ashori S. 2013. Effect of biofertilizers and arbuscular mycorrhizal fungi on yield and quality of green beans. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 23(3), 157-167. (In Persian).

Kaveh J, Safaei R, Rahimi A, Saberi riseh R and Ghadiri A. 2013. Effects of biofertilizers on yield and yield components on bean var 21191 in semirom region. Presented at the Fifth National Conference on Cereals. (In Persian).

Kennedy IR, Choudhury MA and Kecskes ML. 2004. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited. Journal of Soil Biology Biochemistry, 36: 1229-1244.

Khashei A, Koochakzadeh M and Shahabi Far M. 2008. Effect of clinoptilolite and soil moisture on corn yield components. Journal of Research Soil and Water Sciences, 22(2): 235- 241. (In Persian).

Kusaka M, Lalusin A.G and Fujimura T. 2005. The maintenance of growth and turgor in pearl millet (*Pennisetum glaucum* L. Leeke) cultivars with different root structures and osmo-regulation under drought stress. Journal of Plant Science, 168: 1-14.

Mahfouz SA and Sharaf-Eldin M.A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare Mill*.). Journal of International Agrophysics, 21: 361-366.

Marschner H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. Ltd, London. Mehnaz, S., and Lazarovits G. 2006. Inoculation effects of *Pseudomonas putida*, *Gluconacetobacter azotocaptans*, and *Azospirillum lipoferum* on corn plant growth under greenhouse conditions. Journal Microbiology and Ecology, 51: 326-335.

Moghani Bashi M and Razmjoo J. 2012. The effect of seed treatment with polyethylene glycol and irrigation regimes on yield, yield components and sesame seed oil. Iranian Journal of Field Crops Research, 10(1): 91- 99.

Oraki H, Parhizkar Khanjani F and Aghaalikhna M. 2012. Effect of water deficit stress on proline contents, soluble sugars, chlorophyll and grain yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids. African Journal of Biotechnology, 11: 164-168.

Pardo A, Amato M and Chiaranda F.Q. 2000. Relationships between soil structure, root distribution and water uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Plant Growth and Water Distribution. European Journal of Agronomy, 13: 39-45.

Pirasteh Anousheh H, Emam Y and Jamali Ramin F. 2010. Comparative effect of biofertilizers with chemical fertilizers on sunflower (*Helianthus annuus* L.) growth, yield and oil percentage in different drought stress levels. Journal of Agroecology, 2(3): 492-501. (In Persian).

Pouryousef M, Mazaheri D, Chaichi M, Rahimi A and Tavakoli A. 2010. Mulching the soil fertility effect of different treatments on some morphological characteristics and mucilage (*Plantago psyllium* L.) Electronic Journal of Crop Production, 3(2): 193-213. (In Persian).

Rahnama H and Ebrahimzadeh H. 2004.The effect of NaCl on proline accumulation in potato seedlings and calli. Physiologiae Plantarum 26: 263-270.

Rezvani Moghaddam P and Sadeghi Samarjan R. 2008. Effect of sowing dates and different irrigation regimes on morphological characteristics and grain yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) (cultivar 3279 ILC). Iranian Journal of Field Crops Research, 6: 315-325. (In Persian).

Safaei R, Shirani Rad A.H, Mirhadi M.J and Delkhosh B. 2009. Zeolite effects on agrono(In Persian).mic traits of two oilseed rape cultivars under drought stress. Journal of Plant Ecology, 15: 63-79.

Santalla M, Amurrio J M and Deron A. M. 2001. Symbiotic interactions between Rhizobium leguminosarum strains and edite cultivers of (*Pisum sativum* L.), Journal of Agricultural Science, 187(1): 59-68.

Saxina M.C and Singh K.B. 1997. The chickpea. Centre for Agriculture and Bioscience International, 409 pp.

Summerfield R and Roberts E.H. 1985. Grain Legume Crops. Mackays of Chatham, Kent, London, 480p.

Tomar R.K.S. 1998. Effect of phosphatesolubilizing bacteria and farmyard manure on the yield of black gram (*phaseolus mungo*). Indian Journal of Agricultural Science, 68: 81- 83.

Welbaum G.E, Sturz A.V, Dong Z and Nowak J. 2004. Managing soil microorganisms to improve productivity of agro-ecosystems. Crit. Revolution of Plant Science, 23: 175–193.

Wu SC, Cao ZH, Li ZG, Cheung KC and Wong MH. 2005. Effect of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial Geoderma, 125: 155-166.

Yadav R.D, Keshwa G.L and Yadva S.S. 2002. Effect of integrated use of FYM, urea and sulphur on growth and yield of Isabgol (Plantago ovata). Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 25: 668-671.

Zarabpoor L, Azar Abadi S and Nazari N. 2011. The effects of different levels of phosphate fertilizer on yield and yield components of bean. The First National Conference on New Topics in Agriculture, Islamic Azad University, (In Persian).