نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۴ شماره ۳ / پاییز ۱۴۰۳/ صفحات۱۶۴-۱۵۳

Interaction of Smoke Water, Arbuscular Mycorrhizal Fungus and *Rhizobium* Bacterium on Yield and Yield Components of Chickpea

Saba Tavazoee[1], Saeid Jalali-Honarmand[2*], Ali Rasaei[3]

Received: 16 February 2023 Accepted: 22 September 2023
1-MSc Student, Dept. of Plant Production and Genetic, Faculty of Science and Agricultural Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran.
2-Assoc. Prof., Dept. of Plant Production and Genetic, Faculty of Science and Agricultural Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran.
3-Assist. Prof., Sararood Branch, Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran.
*Corresponding Author Email: sjhonarmand@razi.ac.ir

Abstract
Background and Objective: In order to investigate the interaction of smoke water, mycorrhiza fungus and *rhizobium* bacterium on the yield and yield components of chickpea, an experiment as split plots based on randomized complete block design with three replications was carried out at the Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, in 2019 cropping season.

Materials and Methods: The main plots included the foliar application of smoke water (1 lit/ha) at vegetative and beginning of flowering and soil application of smoke water (2 and 4 lit/ha) along with no use of smoke water as control. The inoculations of micro-organisms (*rhizobium*, mycorrhiza, *rhizobium*+mycorrhiza and control) were as sub factors.

Results: The results showed that the effect of smoke water on the grain yield, biological yield, pods per plant, grains per plant and 100-grain weight were significant. The effects of biological agents on the grains yield, biological yield, 100-grain weight were significant. The smoke water spraying (1 lit/ha) in terms of grain yield (547.8 kg/ha), biological yield (2122.4 kg/ha), pods per plant (13.2), grains per plant (7.6), 100-grains weight (35.5 g) had the highest values. The use of *rhizobium* with mycorrhiza in terms of grain weight (35.7 grams), grain yield (503.6 kg/ha) and biological yield (1918.0 kg/ha) had the greatest average.

Conclusion: In general, spraying of smoke water with 1 lit/ha at two stages along with inoculation of seeds with *rhizobium* and mycorrhiza can improve chickpea yield under rainfed condition.

Keywords: Chickpea, Grain Yield, Mycorrhiza, *Rhizobium*, Smoke Water

DOI: 10.22034/saps.2023.55351.3001

برهم‌کنش دودآب، قارچ مایکوریز آربوسکولار و باکتری *ریزوبیوم* بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود

صبا تواضعی[۱]، سعید جلالی‌هنرمند[۲*]، علی رسائی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۳۱

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.
۲- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.
۳- استادیار پژوهش، معاونت سرارود، مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
*مسئول مکاتبه: Email: sjhonarmand@razi.ac.ir

چکیده

مقدمه و اهداف: به‌منظور بررسی برهم‌کنش دودآب، قارچ مایکوریز و باکتری *ریزوبیوم* (*مزوریزوبیوم سیسری*) بر روی عملکرد و اجزا عملکرد نخود دیم، آزمایشی در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد.

مواد و روش‌ها: کرت‌های اصلی شامل محلول‌پاشی دودآب با غلظت یک لیتر در هکتار در دو مرحله رویشی و پیش از گلدهی و خاک کاربرد با غلظت‌های ۲ و ۴ لیتر در هکتار به همراه عدم استفاده از دودآب (شاهد) و تلقیح میکروارگانیسم‌ها (*ریزوبیوم*، مایکوریز، کاربرد توام *ریزوبیوم*-مایکوریز و شاهد) به‌عنوان عامل فرعی بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد، اثر دودآب بر صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه معنی‌دار شد. اثر کود بیولوژیک بر صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و وزن صد دانه معنی‌دار شد. دودآب با غلظت یک لیتر در هکتار از نظر عملکرد دانه (۵۴۷/۸ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد بیولوژیک (۲۱۲۲/۴ کیلوگرم در هکتار)، تعداد غلاف در بوته (۱۳/۲)، تعداد دانه در بوته (۷/۶ دانه در بوته) و وزن صد دانه (۳۵/۵ گرم) بیشترین مقادیر را داشت. کاربرد توام *ریزوبیوم* و مایکوریز از نظر وزن صددانه (۳۵/۷ گرم)، عملکرد دانه (۵۰۳/۶ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیک (۱۹۱۸/۰ کیلوگرم در هکتار) بالاترین میانگین را داشت.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی، محلول‌پاشی دودآب با غلظت یک لیتر در هکتار در دو مرحله و تلقیح بذر با *ریزوبیوم* و مایکوریز می‌تواند موجب بهبود عملکرد نخود در شرایط دیم شود.

واژه‌های کلیدی: نخود ، عملکرد دانه، مایکوریز، *ریزوبیوم*، دودآب

مقدمه

حبوبات به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات کشاورزی پس از غلات دومین منبع مهم غذایی به شمار می‌رود (دشتی و همکاران ۲۰۱۹). استان کرمانشاه دارای ۷۴۱۵۴۱ هکتار زمین زراعی می‌باشد که تقریباً ۲۳/۲ درصد آن آبی و ۷۶/۸ درصد به‌صورت دیم

می‌باشد. از این مقدار حدوداً ۱۴۱ هزار هکتار سطح زیرکشت نخود قرارگرفته که با تولید ۶۵ هزار تن (تقریباً ۴۰ درصد تولید نخود کشور) از لحاظ سطح زیرکشت و تولید در بین استان‌ها مقام اول را دارد (آمارنامه کشاورزی ۲۰۲۲-۲۰۲۱). به این علت گیاه نخود در تناوب با گندم در زمین‌های دیم استان کرمانشاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نخود (*Cicer arietinum* L.) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی خانواده بقولات، برای غلات مکمل خوبی بوده و برای تأمین پروتئین در کشورهای درحال‌توسعه منبع غذایی با ارزشی می‌باشد و می‌تواند منبع پروتئین گیاهی برای رژیم غذایی افراد جامعه باشد (حسینیان و همکاران ۲۰۱۸). نخود به‌خاطر داشتن ویژگی منحصربه‌فرد هم‌زیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، اثر مثبت بر حاصل‌خیزی خاک گذاشته و هرساله بعد از برداشت این محصول مقادیر زیادی نیتروژن به خاک اضافه می‌شود (میرزایی‌حیدری ۲۰۲۱). این گیاه قادر است تا ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در خاک را در صورت فراهم بودن شرایط تثبیت کند (پزشکپور و همکاران ۲۰۱۵). تولید این محصول تحت شرایط دیم در ایران به‌وسیله کمبود رطوبت و فقدان مواد غذایی قابل دسترس در خاک محدود می‌شود (داشادی و همکاران ۲۰۱۸). بنابراین تلاش در جهت افزایش عملکرد و ارتقاء کیفیت این محصول ضروری به‌نظر می‌رسد.

طی چند دهه اخیر مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی برای افزایش عملکرد محصولات کشاورزی، علاوه بر افزایش هزینه‌های تولید، پیامدهای زیست‌محیطی نامطلوبی را در افزایش آلودگی منابع آب و خاک به‌همراه داشته است (ارشدی و همکاران ۲۰۲۱). یکی از راه‌حل‌های مناسب و ارزان برای حل مشکلات زیستی که بر اثر مصرف زیاد کودهای شیمیایی در اراضی کشاورزی فعلی و آینده به‌وجود می‌آید، استفاده ازترکیبات فعال زیستی محرک رشد و نمو گیاهان و کودهای بیولوژیک است (خالق‌نژاد و همکاران ۲۰۱۴).

دودآب یک ترکیب فعال زیستی محرک رشد و نمو بذر و گیاه است. پتانسیل محرک دود مشتق شده از گیاهان در تحریک جوانه‌زنی بذر، افزایش رشد و افزایش عملکرد بخش‌های اقتصادی گیاهان در تحقیقات مختلف گزارش شده است (غلامی و همکاران ۲۰۱۸). کشاورزان به‌طور سنتی از آتش و دود در بخش‌های مختلفی از کشاورزی استفاده می‌کنند. تحقیقات نشان می‌دهد که ترکیبات فعال زیستی دود در آب محلول می‌باشند و در غلظت‌های بسیار پایین به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی کاربرد دارند (وان استادن و همکاران ۲۰۰۴). دود در کشاورزی از دو روش آئروسل و دودآب استفاده می‌شود. آسان‌ترین روش استفاده از دود کاربرد دودآب می‌باشد (نوروزی‌شهری و همکاران ۲۰۲۰). دود دارای ترکیب بوتنولید است و می‌تواند قدرت جوانه‌زنی را بهبود بخشد (اسپارگ و همکاران ۲۰۰۶). هم‌چنین یکی از انواع کودهای زیستی قارچ‌های مایکوریز است که با ریشه بیشتر گیاهان رابطه هم‌زیستی داشته و مایکوریزها یکی از میکروارگانیسم‌های مهم خاک بوده و قادرند اثر نامطلوب تنش خشکی را در گیاهان تعدیل کنند (سید شریفی و همکاران ۲۰۲۰).

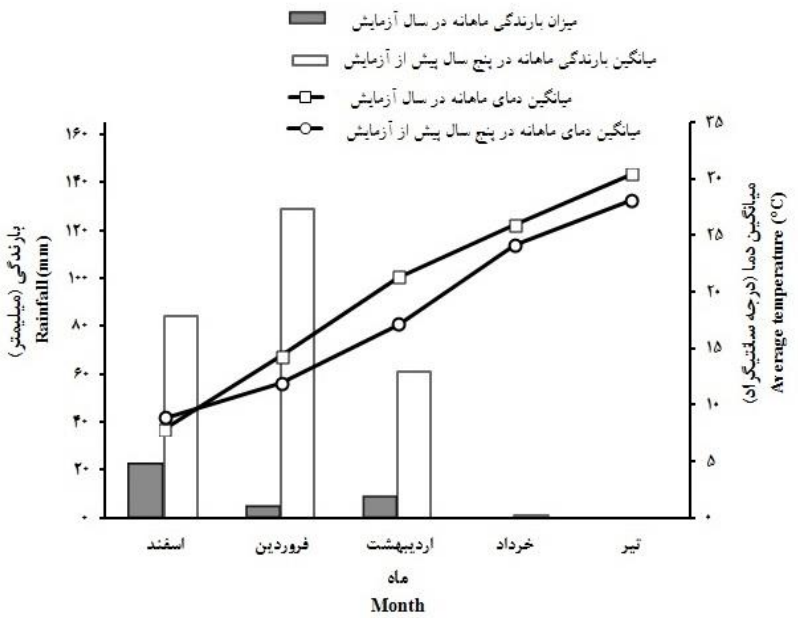
قارچ‌های مایکوریز از ریزجانداران مهم به حساب می‌آیند که با ریشه ۹۷ درصد از گیاهان هم‌زیستی دارند. به‌دلیل‌اینکه لگوم‌ها به اندازه دیگر گیاهان سیستم ریشه‌ای گسترش یافته ندارند، برای رشد، گره‌زایی و تثبیت نیتروژن به مقدار فراوانی فسفر نیاز دارند. در گیاهانی که به صورت دیم کشت می‌شوند، قارچ‌های مایکوریز می‌توانند عملکرد ویژه‌ای در جذب فسفر از خاک داشته باشند (مرادی و همکاران ۲۰۱۶). از طرفی بقولات توانایی تأمین نیتروژن مورد نیاز خود را از طریق برقراری رابطه هم‌زیستی با باکتری‌های *ریزوبیوم* را دارند. باکتری‌های *ریزوبیوم* در ریشه‌ی لگوم‌ها قرار داشته و می‌توانند نیتروژن اتمسفری را به شکل قابل استفاده برای گیاه تبدیل نمایند (خالق‌نژاد وهمکاران ۲۰۱۴). نخود نیز مثل بقیه لگوم‌ها با باکتری‌های *ریزوبیوم* رابطه هم‌زیستی دارد و این همزیستی بسیار اختصاصی است (علویان‌مهریان و همکاران ۲۰۱۴). تلقیح لگوم با این باکتری منجر به تشکیل گره شده (خسروجردی و همکاران ۲۰۱۳) و هم‌چنین تلقیح بذر نخود با *ریزوبیوم* موجب افزایش

عملکرد و بهبود کیفیت آن می‌شود و در پژوهش‌های بسیاری، اغلب تلقیح با افزایش عملکرد همراه بوده است (خزاعی و همکاران ۲۰۰۸). مشخص شده‌است که مایکوریز و ریزوبیوم قبل از اینکه هرکدام با گیاه میزبان رابطه هم‌زیستی برقرار کنند، به‌صورت مستقیم برروی هم اثر می‌گذارند. چنان‌که مایکوریزها هم در ایجاد شرایط مناسب برای تولید گره‌های رزوبیومی بر روی ریشه و هم در فراهم‌کردن بیشتر فسفر بر فعالیت نیتروژناز موجود در باکتری‌های ریزوبیوم نقش موثر دارند. در مقابل ریزوبیوم‌ها در جذب بهتر نیتروژن و به دنبال آن سنتز بیشتر اسیدهای‌آمینه و فراهم کردن اسیدهای‌آمینه مورد نیاز مایکوریزها ایفای نقش می‌کنند و کاربرد ترکیبی آن‌ها اثرات بیشتری بر بهبود عملکرد گیاه دارد (ارشدی و همکاران ۲۰۲۱ و عباسی سیه‌جانی و همکاران ۲۰۱۷).

بنابراین هدف از اجرای این آزمایش بررسی کاربرد غلظت‌های مختلف دودآب به روش محلول‌پاشی و خاک‌کاربرد همراه با تلقیح بذر با کودهای بیولوژیک مایکوریز و ریزوبیوم بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود در شرایط دیم بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه با مختصات عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۹ دقیقه طول شمالی با میانگین ارتفاع ۱۳۱۹ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ اجرا گردید. اطلاعات هواشناسی سال آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- میزان بارندگی (میلی‌متر) و میانگین دمای حداکثر و حداقل ماهانه (درجه سانتی‌گراد) شهر کرمانشاه در سال‌های آزمایش (۱۴۰۰-۱۳۹۹) (سازمان هواشناسی کشور).

آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. چهار سطح دودآب و نوع کاربرد (یک لیتر در هکتار به‌صورت محلول‌پاشی، ۲ و ۴ لیتر در هکتار بصورت خاک کاربرد و شاهد) به‌عنوان عامل اصلی و سه ترکیب میکروارگانیسم شامل ریزوبیوم (۱۷۵۰ گرم نخود + ۱۰۰ میلی‌لیتر مزوریزوبیوم سیسری با غلظت CFU/ml ۱۰۷)، مایکوریز (۱۷۵۰ گرم نخود + ۱۰۰ میلی‌لیتر آب + ۶۰ گرم مایکوریز آربوسکولار+ ۵ گرم شکر)، ریزوبیوم و مایکوریز (۱۷۵۰ گرم نخود + ۱۰۰ میلی‌لیتر ریزوبیوم + ۶۰ گرم مایکوریز) به همراه شاهد به عنوان عامل فرعی در نظرگرفته شد. هر کرت فرعی شامل ۵ ردیف

کاشت به طول ۴ متر و فاصله بین ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر بود. هم‌چنین به‌منظور جلوگیری از انتقال جانبی تیمارهای مورد استفاده در هر کرت یک خط به‌صورت نکاشت و بین هر تکرار ۱/۵ متر فاصله درنظر گرفته شد. مایه تلقیح تجاری باکتری ریزوبیوم هم‌زیست نخود (مزوریزوبیوم سیسری)، از موسسه تحقیقات خاک و آب کشور تهیه شد و مطابق با روش توصیه شده توسط این موسسه بذرهای نخود تلقیح شدند. همچنین جهت تلقیح بذور با قارچ مایکوریز از نوع میکوریز آربوسکولار با نام تجاری مایکوروت (بنابر اظهار شرکت سازنده و بر اساس تاییدیه موسسه تحقیقات خاک و آب شامل ترکیبی از گونه های مختلف مایکوریز زراعی) مطابق با روش توصیه شده استفاده گردید. رقم نخود مورد استفاده در این آزمایش عادل بود. این رقم برای مناطق معتدل و نیمه‌گرمسیری معرفی شده است که از معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه تهیه شد. کاشت بذور بعد از اعمال تیمارهای ریزوبیوم و مایکوریز در اسفندماه به‌صورت دستی انجام گرفت. اعمال دودآب خاک کاربرد (۲ و ۴ لیتر در هکتار) در مرحله ۲-۱ برگی گیاه نخود انجام شده و اسپری برگی دودآب (یک لیتر در هکتار) در دو مرحله ابتدای رشد رویشی و قبل از گلدهی توسط سم‌پاش شارژی انجام گردید. فرآیند تهیه محلول زیست فعال محرک رشد (دودآب) از بقایای گیاهی با شماره ثبت اختراع ۱۰۰۷۳۷ توسط دستگاه تولید ترکیبات بیواکتیو گیاهی با شماره ثبت اختراع ۹۹۰۱۹ در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه (تولید شرکت زیست فناوران سانیار) انجام شد. در این روش گاز حاصل از احتراق ترکیب بقایای گیاهی گندم و یونجه درون راکتور مخصوص، پس از سرد شدن وارد مخزن حلال شده و بعد از به اشباع رسیدن فرایند و عملیات فیلتراسیون آزمایشگاهی (با اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی از قبیل pH، هدایت الکتریکی، کدورت و رنگ سنجی) به‌صورت محلول قرمز رنگ (آجری رنگ) درآمده و مورد استفاده قرار گرفت (نوروزی‌شهری و همکاران۲۰۲۱). قبل از هر محلول‌پاشی وجین علف‌های‌هرز به‌صورت دستی انجام گرفت و در تمام طول دوره رشد گیاه، مزرعه پایش گردید تا در صورت نیاز کنترل علف‌های‌هرز، آفات و بیماری‌های احتمالی انجام شود. پس از رسیدگی فیزیولوژیک صفات عملکرد و اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، وزن صد دانه و شاخص برداشت محاسبه شدند. در نهایت تست نرمال بودن داده‌ها و تجزیه واریانس به‌ترتیب با نرم افزارهای SPSS 16.0 و SAS 9.1 انجام شد. مقایسات میانگین داده‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر دودآب و کودهای بیولوژیک بر عملکرد دانه نخود معنی‌دار بود. اما اثرات متقابل بین آن‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه نخود با میانگین ۵۴۷/۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار محلول‌پاشی دودآب با غلظت یک لیتر در هکتار در دو مرحله رشد رویشی و ابتدای گلدهی بود. به‌طوری که نسبت به شاهد با میانگین ۳۴۲/۹ کیلوگرم در هکتار ۳۷/۴ درصد افزایش داشت. هم‌چنین این سطح از دودآب با سطوح خاک‌کاربرد آن با غلظت‌های ۲ و ۴ لیتر هم تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۲). هم‌چنین کاربرد توام مایکوریز و *ریزوبیوم* موجب تولید دانه با میانگین ۵۰۳/۶ کیلوگرم در هکتار شد که با سایر سطوح کود بیولوژیک و شاهد تفاوت معنی‌دار داشت. چنان‌که ۲۲/۱ درصد عملکرد را نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۳). در آزمایش غلامی و همکاران (۲۰۱۷) نتایج نشان داد که در هر سطح از کاربرد کود اوره، محلول‌پاشی با دودآب غلیظ‌تر موجب افزایش عملکرد دانه گندم نسبت به دودآب با غلظت کمتر و شاهد شد. در آزمایش نوروزی‌شهری و همکاران (۲۰۲۱) نتایج آزمایش نشان داد اثر کاربرد سطوح مختلف کود اوره و محلول‌پاشی با غلظت‌های مختلف دودآب به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه ریحان را تحت تأثیر قرارداد اما برهم‌کنش بین کود اوره و دودآب

جدول ۱- تجزیه واریانس اثرات محلول‌پاشی دودآب و کودهای بیولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)					
		عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	شاخص برداشت
تکرار	۲	۵۱۲۱/۲۸^{ns}	۳۴۱۵۱۶/۴۶^{ns}	۶/۰۶^{ns}	۱/۳۹^{ns}	۱۰/۸۹^{ns}	۴۷/۷۳*
دودآب	۳	۱۱۹۴۱۰/۳۷**	۱۷۱۰۰۶۰/۵۵**	۲۰/۴۰**	۱۹/۴۷**	۱۱۷/۹۷**	۱۰/۹۴^{ns}
تکرار× دودآب (خطای اصلی)	۶	۱۷۶۷/۹۸	۸۲۲۹۲/۱۸	۱/۷۸	۰/۵۳	۲/۵۶	۷/۶۳
کود بیولوژیک	۳	۳۲۷۲۱/۳۷**	۴۰۵۸۵۲/۴۵**	۰/۰۷^{ns}	۱/۱۹^{ns}	۱۲۴/۶۰**	۸/۲۶^{ns}
دودآب × کود بیولوژیک	۹	۶۹۱۸/۴۲^{ns}	۸۵۵۰۶/۷۱^{ns}	۲/۰۹^{ns}	۰/۸۷^{ns}	۱۲/۷۸^{ns}	۴۲/۸۰^{ns}
خطای فرعی	۲۴	۴۴۲۸/۹۲	۵۴۰۹۴/۱۹	۳/۱۳	۱/۰۰	۱۳/۹۸	۲۳/۷۹
ضریب تغییرات(٪)	–	۱۵/۶۳	۱۴/۰۹	۱۵/۴۶	۱۶/۱۰	۱۲/۰۵	۱۸/۴۸

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد است.

جدول ۲- نسبت افزایش عملکرد و اجزای عملکرد نخود نسبت به شاهد تحت تیمارهای مختلف دودآب

دودآب	عملکرد دانه Kg.ha^{-1}	نسبت افزایش (٪)	عملکرد بیولوژیک Kg.ha^{-1}	نسبت افزایش (%)	تعداد غلاف در بوته	نسبت افزایش (٪)	تعداد دانه در بوته	نسبت افزایش (٪)	وزن صد دانه (g)	نسبت افزایش (%)
شاهد	۳۴۲/۹^{c}	۰/۰	۱۳۰۴/۰^{c}	۰/۰	۱۰/۲۵^{b}	۰/۰	۵/۱۶^{b}	۰/۰	۲۸/۵۸^{c}	۰/۰
اسپری دودآب دو مرحله	۵۴۷/۸^{a}	۳۷/۴	۲۱۲۲/۴^{a}	۳۸/۵	۱۳/۱۶^{a}	۲۲/۱	۷/۵۸^{a}	۳۱/۹	۳۵/۵۵^{a}	۱۹/۷
دودآب خاک کاربرد-۲ لیتر	۳۴۵/۷^{c}	۰/۸	۱۳۹۱/۰^{c}	۶/۲	۱۰/۵۸^{b}	۳/۱	۵/۰۸^{b}	−۱/۶	۲۹/۳۳^{bc}	۲/۷
دودآب خاک کاربرد-۴ لیتر	۴۶۶/۶^{b}	۲۶/۵	۱۷۸۲/۶^{b}	۲۶/۸	۱۱/۲۵^{b}	۸/۹	۷/۰۰^{a}	۲۶/۳	۳۰/۵۸^{b}	۶/۵
LSD5%	۴۲/۰۰۳	–	۲۸۶/۵۶	–	۱/۳۳۴۵	–	۰/۷۳۰۵	–	۱/۶۰۰۹	–

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار با یکدیگر ندارند.

بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود. به‌نظر می‌آید افزایش عملکرد دانه ناشی از کاهش درصد مرگ گلچه‌ها به واسطه کاربرد دودآب در مرحله گلدهی باشد. خسروجردی و همکاران (۲۰۱۳) اثر عامل باکتری ریزوبیوم و قارچ مایکوریز بر عملکرد دانه نخود را معنی‌دار گزارش کردند. در آزمایش قاسم‌زاده گنجه‌ای و همکاران (۲۰۱۳) تیمار ریزوبیوم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نخود گذاشت. هم‌چنین در همین آزمایش مایکوریز توانست به میزان ۳۶ درصد عملکرد محصول را افزایش دهد. در آزمایش ابوطالبیان و همکاران

(۲۰۱۷) عملکرد دانه سویا تحت تأثیر اثرات ساده و برهم‌کنش سه‌گانه‌ی کود نیتروژن، برادی *ریزوبیوم* و مایکوریز قرارگرفت. در آزمایش دماوندی و همکاران (۲۰۱۶) اثر تیمارهای مایکوریز، باکتری و فسفر بر روی عملکرد دانه سویا معنی‌دار بودند. در آزمایش سیدشریفی و همکاران (۲۰۲۰) کودهای زیستی *ریزوبیوم* و مایکوریز اثر معنی‌داری بر عملکرد نخود زراعی گذاشتند. جباری و همکاران (۲۰۱۴) بیشترین عملکرد دانه نخود را برای تیمار ترکیب کود زیستی *ریزوبیومی* (SWRI-3+SWRI-17) به اندازه ۲۳۳۵ کیلوگرم در هکتار گزارش کردند. خدارحمی و همکاران (۲۰۱۳) اثر سوش‌های باکتری بر روی عملکرد دانه نخود را معنی‌دار گزارش کردند. در جایی که مایکوریز به‌عنوان تامین کننده فسفر و یک عامل مهم در جذب موادغذایی و آب از خاک در کنار *ریزوبیوم* حضور دارد عملکرد دانه به بالاترین میزان خود در میان تیمارها می‌رسد (صفاپور و همکاران۲۰۱۰). افزایش عملکرد دانه بر اثر تلقیح با کودهای زیستی ممکن است به‌خاطر اثر مثبت این میکروارگانیسم‌ها بر میزان فتوسنتز، تثبیت بیولوژیکی نیتروژن اتمسفر و فعالیت آنزیم نیتروژناز، تسهیل جذب عناصرغذایی و افزایش بیوماس ریشه و ساقه باشد (خالق‌نژاد و همکاران ۲۰۱۴).

جدول۳- نسبت افزایش عملکرد و اجزای عملکرد نخود نسبت به شاهد تحت کاربرد کودهای بیولوژیک مختلف

کودهای بیولوژیک	عملکرد دانه $Kg.ha^{-1}$	نسبت افزایش (%)	عملکرد بیولوژیک $Kg.ha^{-1}$	نسبت افزایش (%)	وزن صد دانه (g)	نسبت افزایش (%)
شاهد	۳۹۲/۳۲^{b}	۰	۱۵۰۲/۱^{b}	۰	۲۸/۷۱^{b}	۰
مایکوریز	۴۰۲/۰۷^{b}	۲/۴	۱۵۷۳/۵۴^{b}	۴/۵	۳۰/۰۵^{b}	۴/۳
ریزوبیوم	۴۰۴/۹۷^{b}	۳/۱	۱۶۰۶/۴^{b}	۶/۵	۲۹/۵^{b}	۲/۷
مایکوریز+ *ریزوبیوم*	۵۰۳/۶۶^{a}	۲۲/۱	۱۹۱۸/۰۳^{a}	۲۱/۷	۳۵/۷۷^{a}	۱۹/۶
LSD5%	۵۶/۰۷۴	–	۱۹۵/۹۷	–	۳/۱۵۰۹	–

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار بایکدیگر ندارند.

عملکرد بیولوژیک

برای عملکرد بیولوژیک نیز همانند عملکرد دانه اثرات ساده دودآب و کود بیولوژیک معنی‌دار بود. اما اثر متقابل بین آن‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک با میانگین ۲۱۲۲/۴ کیلوگرم در هکتار با کاربرد دودآب با غلظت یک لیتر در هکتار در دو مرحله رشد رویشی و ابتدای گلدهی به‌دست آمد. این مقدار نسبت به شاهد با میانگین ۱۳۰۴/۰ کیلوگرم در هکتار ۳۸/۵ درصد افزایش از خود نشان داد (جدول ۲). هم‌چنین در سطوح کود بیولوژیک بیشترین میانگین عملکرد بیولوژیک به میزان ۱۹۱۸/۰ کیلوگرم در هکتار در کاربرد توأم *ریزوبیوم* با مایکوریز به‌دست آمد که نسبت به شاهد با میانگین ۱۵۰۲/۱ کیلوگرم در هکتار ۲۱/۷ درصد افزایش داشت (جدول ۳). در آزمایش قاسم‌زاده گنجه‌ای و همکاران (۲۰۱۳) تیمار *ریزوبیوم* تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک نخود گذاشت. در آزمایش خدایاریگانه و همکاران (۲۰۱۸) نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک نخود مربوط به مایکوریز و کمترین عملکرد بیولوژیک مربوط به عدم کاربرد مایکوریز بود. پزشکپور و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که عملکرد بیولوژیک نخود توسط فاکتور تلقیح مایکوریزی در سطح پنج درصد معنی‌دار گردیده و بین تلقیح با مایکوریز و عدم تلقیح تفاوت معنی‌داری وجود دارد به‌طوری که این صفت در تلقیح با مایکوریز ۱۲ درصد بیشتر بود. هم‌زیستی مایکوریزی از طریق بهبود میزان فتوسنتز و رشد، باعث افزایش بیوماس گیاهی و درنهایت عملکرد بیولوژیکی می‌شود. به‌نظر می‌آید هم‌زیستی مایکوریزی با فراهم کردن فسفر مورد

نیاز و بهبود شرایط فیزیکی خاک، یک محیط امن برای رشد ریشه مهیا کرده و موجب افزایش رشد و افزایش تولید ماده خشک می‌شود (عباس‌دخت و همکاران ۲۰۱۶). تلقیح با مایکوریز با افزایش پتانسیل آب برگ شرایط بهتری را برای رشد فراهم کرده که حاصل آن جذب بیشتر نیتروژن، عملکرد دانه و در نتیجه افزایش وزن خشک (عملکرد بیولوژیک) است (نخ‌زری‌مقدم و همکاران ۲۰۲۰). تلقیح با باکتری با افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه شرایط را برای افزایش فتوسنتز و رشد بیشتر و درنتیجه افزایش عملکرد فراهم کرده و به این ترتیب باعث افزایش عملکرد بیولوژیک می‌شود (نخ‌زری‌مقدم و همکاران ۲۰۲۰).

تعداد غلاف در بوته

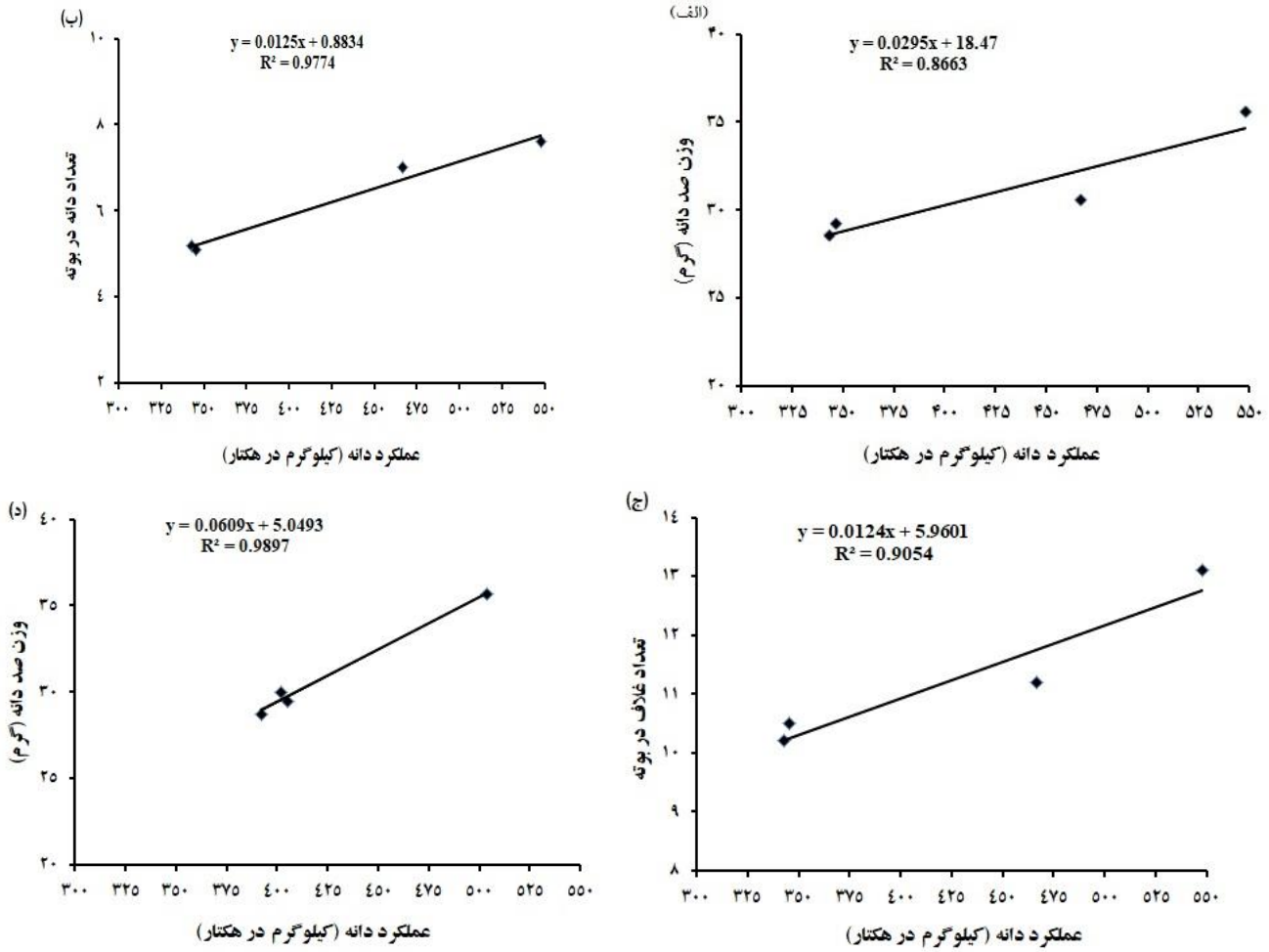
برای صفت تعداد غلاف در بوته فقط اثر ساده دودآب معنی‌دار بود و اثر ساده کودهای بیولوژیک و اثر متقابل بین آن‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیشترین تعداد غلاف در بوته با میانگین ۱۳/۲ غلاف در بوته مربوط به محلول‌پاشی دودآب با غلظت یک لیتر در هکتار و در دو مرحله رشد و نمو بود. این تعداد نسبت به شاهد با میانگین ۱۰/۲ غلاف در بوته ۲۲/۱ درصد افزایش را نشان می‌دهد (جدول ۲). در آزمایش خدارحمی و همکاران (۲۰۱۳) اثر سوش‌های باکتری *ریزوبیوم* بر روی صفت تعداد غلاف در بوته نخود معنی‌دار نبود. خندان بجندی و همکاران (۲۰۱۰) اثر تلقیح نخود با *ریزوبیوم* بر روی صفت تعداد غلاف در بوته را غیرمعنی‌دار گزارش کردند. *ریزوبیوم‌ها* بر صفت تعداد غلاف در بوته اثر سودمند معنی‌داری دارند (مرادی و همکاران ۲۰۱۶).

تعداد دانه در غلاف

اثر ساده دودآب برای تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود. اما اثر ساده کودهای بیولوژیک و اثر متقابل بین آن‌ها معنی‌دار نبود (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در بوته با میانگین‌های ۷/۶ و ۷/۰ دانه در بوته مربوط به محلول‌پاشی دودآب با غلظت یک لیتر در هکتار و در دو مرحله رشد و نمو و کاربرد خاک‌مصرف دودآب با غلظت ۴ لیتر در هکتار بود. این مقادیر نسبت به شاهد با میانگین ۵/۱ دانه در بوته به‌ترتیب ۳۱/۹ و ۲۶/۳ درصد افزایش داشتند (جدول ۲). در آزمایش خدارحمی و همکاران (۲۰۱۳) اثر سوش‌های باکتری *ریزوبیوم* بر روی صفت تعداد دانه در بوته نخود معنی‌دار نبود. در آزمایش خندان‌بجندی و همکاران (۲۰۱۰) اثر تلقیح نخود با *ریزوبیوم* بر روی تعداد دانه در بوته غیرمعنی‌دار بود.

وزن صد دانه

برای وزن صد دانه هم اثرات ساده دودآب و هم اثرات ساده کودهای بیولوژیک معنی‌دار شد. اما اثرات متقابل بین آن‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۱). محلول‌پاشی دودآب با غلظت یک لیتر در هکتار و در دو مرحله رشد و نمو با میانگین ۳۵/۵ گرم بیشترین وزن صد دانه را نسبت به شاهد با میانگین ۲۸/۶ گرم داشت. این مقدار ۱۹/۷ درصد افزایش را در وزن صد دانه نشان می‌دهد (جدول ۲). هم‌چنین استفاده توام *ریزوبیوم* و مایکوریز با میانگین ۳۵/۷ گرم نسبت به شاهد با میانگین ۲۸/۷ گرم افزایش ۱۹/۶ درصدی را از خود نشان داد (جدول ۳). رابطه مثبت و بالایی بین وزن صد دانه با عملکرد دانه تحت تیمارهای دودآب و کودهای بیولوژیک بود (شکل ۲- الف و د).در آزمایش زنگ و همکاران (۲۰۰۰) اثر تلقیح بذر لوبیا با *Rhizobium phaseoli* بر صفت وزن صد دانه معنی‌دار بود. در آزمایش قاسم‌زاده گنجه‌ای و همکاران (۲۰۱۳) تیمار تلقیح *مزوریزوبیوم* افزایش معنی‌داری در صفت وزن صد دانه نخود نسبت به شاهد ایجاد نمودند. در آزمایش ارشدی و همکاران (۲۰۲۱) نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بین سطوح کاربرد مایکوریز تفاوت وجود دارد به‌طوری‌که وزن صد دانه نخود در تلقیح با مایکوریز (۲۸/۵ گرم) در مقایسه با عدم تلقیح (۲۷/۶ گرم) ۳/۳ درصد بیشتر بود. در آزمایش ابوطالبیان و همکاران (۲۰۱۷) نتایج تجزیه واریانس نشان داد کاربرد باکتری *مزوریزوبیوم* و قارچ‌ریشه وزن صد دانه نخود هاشم را در سطح احتمال ۵ درصد تحت تاثیر قراردادند. از آنجا



شکل۲- روابط بین عملکرد دانه با وزن صد دانه (الف)، تعداد دانه در بوته (ب)، تعداد غلاف در بوته (ج) تحت کاربرد محلول دودآب و ارتباط بین عملکرد دانه با وزن صد دانه (د) تحت کاربرد کودهای مختلف بیولوژیک با بذر نخود

که افزایش هدایت روزنه‌ای و باز و بسته شدن روزنه‌ها در گیاهان تلقیح شده با قارچ مایکوریز باعث رشد بیشتر ریشه‌ها و افزایش جذب آب و موادغذایی می‌شود، علت افزایش وزن صد دانه در گیاهان تلقیح شده با مایکوریز را تامین رطوبت بیشتر در این تیمارها می‌توان درنظر گرفت (نخزری‌مقدم و همکاران ۲۰۱۶).

شاخص برداشت

برای شاخص برداشت هیچ‌کدام از اثرات ساده و متقابل دودآب و کودهای بیولوژیک معنی‌دار نبود (جدول ۱). در آزمایش حضرتی گجلار (۲۰۱۹) اثر باکتری *ریزوبیوم* بر شاخص برداشت لوبیاچیتی معنی‌دار نبود. در آزمایش غلامی و همکاران (۲۰۱۸) شاخص برداشت گندم به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کاربرد اوره و محلول‌پاشی با دودآب قرارگرفت ولی اثر متقابل این دو عامل بر این صفت معنی‌دار نبود. نوروزی‌شهری و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که شاخص برداشت گندم به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر کاربرد کود اوره و محلول‌پاشی با دودآب قرارگرفت ولی برهم‌کنش این دو عامل بر این صفت غیرمعنی‌دار بود. خدارحمی و همکاران (۲۰۱۳) اثر سوش‌های باکتری بر روی شاخص‌برداشت نخود را معنی‌دار گزارش کردند. در آزمایش صفاپور و همکاران (۲۰۱۰) اثر مایکوریز و باکتری ریزوبیوم و اثر متقابل این دو بر شاخص‌برداشت لوبیاقرمز معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری

فاکتور دودآب بر روی صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه اثر معنی‌دار گذاشت. اثر کود بیولوژیک بر صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و وزن صد دانه معنی‌دار شد. از نظر صفت عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه تیمار محلول‌پاشی دودآب با غلظت یک لیتر در هکتار در دو مرحله رویشی و ابتدای گلدهی نسبت به بقیه سطوح دودآب و کودبیولوژیک برتری نشان داد. نتایج به‌دست آمده از تجزیه رگرسیون رابطه مثبت و بالایی بین وزن صد دانه با عملکرد دانه تحت تیمارهای دودآب و کودهای بیولوژیک نشان داد (شکل ۲ الف و د). تعداد دانه در بوته با عملکرد دانه تحت کاربرد دودآب رابطه بسیار مثبت و بالایی داشت (R^2=0.97) (شکل ۲ ب). تعداد غلاف در بوته با عملکرد دانه تحت کاربرد سطوح مختلف دودآب رابطه مستقیم و بالایی داشت (R2=0.90) (شکل ۲ ج). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت تلقیح بذور نخود با کودهای بیولوژیک مایکوریز و ریزوبیوم و هم‌چنین محلول‌پاشی گیاه با دودآب با غلظت یک لیتر در هکتار در دو مرحله می‌تواند عملکرد دانه نخود را در شرایط دیم بهبود ببخشد یا اینکه از افت عملکرد آن جلوگیری کند.

سپاسگزاری

نتایج این مقاله بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده نفر اول می‌باشد. از دانشگاه رازی به دلیل حمایت مالی و فراهم نمودن امکانات جهت اجرای این آزمایش سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

Abasdokht H and Safdari F. 2016. Relation of inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* and Mycorrhizal Fungus with Root Colonization, Quantity and Quality of Soybean (*Glycine max*) Yield in Different Levels of Potassium. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 23(6): 57-70. (In Persian).

Abbasi Seyahjani E, Yarnia M, Farhvash F, Khorshidi Benam MB and Asadi Rahmani H. 2017. Influence of *Rhizobium*, *Pseudomonas* and Fungi Mycorrhiza on Some Traits of Red Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) under Drought Stress. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 27(1): 85-102. https://dorl.net/20.1001.1.24764310.1396.27.1.6.6.

Aboutalebian MA and Malmir M. 2017. Effect of mycorrhiza and *Bradyrhizobium* on yield and yield components of Soybean in different amounts of nitrogen fertilizer. Iranian Journal of Field Crop Science, 48(4): 901-911. (In Persian). https://doi.org/10.22059/IJFCS.2017.210402.654143.

Agricultural Statistics. 20201-2022. Ministry of Agriculture Jihad, Crops, No1: p. 100. (In Persian).

Alavian Mehrian A, Bahar M and Talebi Bodaf M. 2014. Molecular identification of chickpea symbiotic rhizobiums in the western regions of Iran. Journal of Plant Sciences in Iran, 45(1): 135-146. (In Persian). https://doi.org/10.22059/ IJFCS.2014.51028.

Arshadi MJ, Parsa M, Lakzian A and Kafi M. 2021. Evaluation of root traits of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under treatments of *rhizobium*, arbuscular mycorrhiza and pseudo-endomycorrhiza on conditions of sterilized and non-sterile soil. Journal of Crop Science Research in Arid Regions, 2(2): 241-254. (In Persian). https://doi.org/10.22034/CSRAR.2021.268645.1080.

Damavandi M, Saboori H, Biabani A, Raeisi S and Arzanesh MH. 2016. Effects of mycorrhizal fungus and *Bradyrhizobium* japonicum bacteria on the growth characteristics and yield of soybean at different levels of phosphorus fertilizer. Journal of Applied Research of Plant Ecophysiology, 3(1): 139-159. (In Persian).

Dashti Gh, Alafi Kh and Ghahramanzadeh M. 2019. The effect of weather variables on the probability of deciding to plant and yield of chickpeas in Iran. The application of the spatial Heckman model, Agricultural Economics and Development, 27(108): 145-169. (In Persian).). https://doi.org/10.30490/AEAD.2020.252691.0.

Dashadi M and Pezeshkpour P. 2018. Investigating the levels of phosphorus and zinc on the quantitative and qualitative characteristics of the seeds of two rainfed chickpea varieties. Plant Production (Scientific Journal of Agriculture), 41(3): 13-24. (In Persian). https://doi.org/10.30490/AEAD.2020.252691.0.

Gholami B, Noroozi Shahri F, Mondani F, Jalali Honarmand S and Saeeidi M. 2018. Evaluation of Some Growth Indices and Grain Yield in the wheat in Response to Urea Fertilizer and Smoke-Water. Crop Improvement (Journal of Agriculture Crop Production), (20) 3: 609-626. (In Persian). https://doi.org/10.22059/jci.2018.250390.1929.

Ghasemzadeh Ganjehie M and Asgharzadeh A. 2013. Effects of *rhizobiums* sush inoculation and fertilizer on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Khorasan- Razavi. Iranian Journal of Pulses Research, (4) 1: 51-58. (In Persian). https://doi.org/10.22067/IJPR.V1392I1.33514.

Hazrati Gajlar N, Jalilian J and Pirzad A. 2019. Effect of *Rhizobium* and Mycorrhiza on Some Physiological Traits, Yield and Qualitative Characteristics of Pinto Bean in Deficit lrrigation Condition. Journal of Crop Production and Processing, 9(1): 93-109. (In Persian). https://doi.org/10.29252/jcpp.9.1.93.

Hoseinian H, Akbari N, Easvand HM, Akbarpour A and Saeidinia M. 2018. Effect of drought stress and glycine betaine foliar application on photosynthetic components of chickpea plant. Water and Irrigation Management, 8(2): 227-236. (In Persian). https://doi.org/JWIM.2018.264690.631.

Jabari F and Khaleghnejad V. 2014. nvestigating the effect of some biofertilizers on water relations, chlorophyll content and gas exchange of chickpea plants In rainfed and fallow farming. Journal of Iranian Agricultural Plants, 45(1): 53-64. (In Persian). https://doi.org/10.22059/IJFCS.2014.51026.

Khandan Bejandi T, Seyed Sharifi R, Sedghi M, Asghari Zakaria R, Namvar A and Jafari Moghaddam M. 2010. Effect of plant density, *rhizobia* and microelements on yield and some of morph physiological characteristics of chickpea. European Journal of Crop Production, 3(1): 139-157. https://dorl.net/20.1001.1.2008739.1389.3.1.9.4.

Khaleghnejad V and Jabari F. 2014. The effect of seed inoculation with *rhizobium* and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on the yield and yield components of field peas in wet and dry conditions. Journal of Crops Improvement: 16(4): 957-972. (In Persian). https://doi.org/10.22059/jci.2015.53589.

Khodarahmi M, Sabaghpour H and Farnia A. 2013. Effect of Different Strains of *Rhizobium* on Seed Yield and Its Components of Improved Chickpeam (*Cicer arietinum* L.) Cultivars. Journal of Crops Improvement, 29(3): 403-412. (In Persian). https://doi.org/10.22092/SPPJ.2017.110522.

Khodayar Yeganeh N, Pirzad A, Jalilian J and Jafarzadeh N. 2018. Effect of arbuscular mycorrhiza fungus (*Funneliformis mosseae*) and weeds interference on yield and yield components of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) under dryland conditions in Urmia. Journal of Iran Rainfed Agriculture, 7(1): 47-62. (In Persian). https://doi.org/10.22092/idaj.2018.116775.191.

Khazaie HR, Parsa M and Hosseinpanahi F. 2008. Effects of inoculation of *Rhizobium* native strains on nodulation of Kaboli and Dessi Chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in different moisture levels in vegetative stage. Iranian Agricultural Research Journal, 6(1): 89-97. (In Persian). https://doi.org/10.22067/GSC.V6I1.1179.

Khosrojerdi M, Shahsavani Sh, Gholipoor M and Asghari HR. 2013. Effect of *rhizobium* and mycorrhizal fungi inoculation on some nutrient uptake by chickpea at different levels of iron sulfate fertilizer. Crop Production, 6(2): 71-87. (In Persian). https://dorl.net/20.1001.1.2008739.1392.6.3.5.5.

Mirzaie Heydari M. 2021. Investigating the effect of mycorrhizal fungus and supplementary irrigation on the growth, yield and yield components of chickpea in autumn and spring growing season in the climatic conditions of Ilam province. Islamic Azad University, Ahvaz branch, 13(50): 23-45. (In Persian).

Moradi S, Besharati H, Fazie Asl V and Shakhi J. 2016. Transformation of morphological characteristics of chickpea root and shoot under drought stress and treatments of arbuscular root fungus and *rhizobium*. Science and Techniques of Greenhouse crops, 7(26): 179-191. (In Persian). https://doi.org/10.18869/acadpub.ejgcst.7.2.179.

Nakhzari Moghaddam A and Gholami A. 2016. The effect of inoculation with mycorrhizal fungi and irrigation management on the quantitative and qualitative characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Environmental stresses in Crop sciences, 9(4): 353-362. (In Persian). https://doi.org/10.22069/EJCP.2019.15472.2153.

Nakhzari Moghaddam A, Samsami N, Rahemi Karizaki A and Gholinezhad E. 2020. Effect of irrigation on physiological traist and seed yield of soybean under inoculation with mycorrhiza fungi and *rhizobium* bacteria. Environmental stresses in Crop Sciences, 13(2): 413-423. (In Persian). https://doi.org/10.22077/escs.2019.2131.1531.

Noroozi Shahri F, Gholami B, Jalali Honarmand S, Mondani F and Saeedi M. 2018. Evaluting the Effect of Smoke Water and Nitrogen Fertilizer on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Ecophysiological Traits. Iranian Journal of Field Crops Research, 16(2): 459-475. (In Persian). https://doi.org/10.22067/GSC.V16l2.66520.

Noroozi Shahri F, Jalali Honarmand S, Saeidi M. 2020. Evaluation of growth Phytohormones and different Concentrations of plant derived smoke applications on growth characteristics and biological yield of medicinal plants Lemon balm and Basil. Crop Improvement (Journal of Agriculture Crop Production), 20(1): 89-102. (In Persian). https://doi.org/10.22059/jci.2019.280801.2211.

Noroozi Shahri F, Jalali Honarmand S, Saeidi M and Mondani F. 2021. Evaluation of some biochemical characteristics of medicinal Plant basil (*Ocimum basilicum* L.) under the application of growth phytohormones and phytohormones-like. Plant Process and Function, 10(42): 89-102. (In Persian). https://dorl.net/20.1001.1.23222727.1400.10.42.19.1.

Pezeshkpour P, Ardakani MR, Paknejad F and Vazan S. 2014. The effect of vermicompost application, mycorrhizal symbiosis and biological phosphate dissolver on the physiological traits and yield of chickpea, Crop Physiology Scientific Quarterly, 6(23): 53-65. (In Persian). https://dorl.net/20.1001.1.2008403.1393.6.23.4.8.

Pezeshkpour P, Ardakani MR, Paknejad F and Vazan S. 2015. Effects of vermicompost, microorganism's mycorrhiza and phosphate biofertilizer on some morphophysiological characteristics and seed protein percent of Chickpea in autumn plantation. Journal Scientific Research of Plant Ecophysiology, 7(22): 190-204. (In Persian).

Seyed Sharifi R and Seyed Sharifi R. 2020. Effect of irrigation withholding in reproductive stages and methanol ssand biofertilizer application on yield and some biochemical traits of Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Environmental Stresses in Crop Sciences, 13(3): 857-869. (In Persian). https://doi.org/10.22077/escs.2020.2216.1558.

Safapour M, Ardakani MR, Rajali F, Khaghani Sh and Teymoori M. 2010. The effect of double inoculation of mycorrhiza and *rhizobium* on the yield of three varieties of red bean (*Phaseolus vulgaris* L.). New Findings of Agriculture, 5(1): 21-35. (In Persian).

Sparg SG, Kulkasrni MG and Van Staden J. 2006. Aerosel smoke and smoke-water stimulation of seedling vigor of a commercial maize cultivar. Crop science, 46(3): 1336-1340. https://doi.org/10.2135/cropsci2005.07-0324.

Van Staden J, Jager AK, Light ME and Burger BV. 2004. Isolation of the major germination cue from plant-derived smoke. South African Journal of Botany, 70:654-659. https://doi.org/10.1016/S0254-6299(15)30206-4.

Zang H, Pala M, Oweis Y and Harris H. 2000. Water use and water use efficiency of chickpea and lentil in a Mediterranean environment. Australian Journal of Agricultural Research, 51: 295-30. https://doi.org/10.1071/AR99059.