

## ارزیابی کاربرد مایکوریزا و فسفر بر عملکرد نخود تحت روش‌های متفاوت خاکورزی در شرایط دیم

علی رسائی<sup>۱\*</sup>، سعید جلالی هنرمند<sup>۲</sup>، فردین رنجبر<sup>۱</sup>، مختار داشادی<sup>۱</sup>

- ۱- معاونت سرارود، مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران.
- ۲- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

### چکیده مبسوط

**مقدمه:** یکی از اصول کشاورزی پایدار اجرای کشاورزی حفاظتی است که در برگیرنده سه اصل حداقل خاکورزی، پوشش دائمی خاک با بقایای گیاهی و تناوب زراعی با هدف کاهش اثرات منفی فعالیت‌های کشاورزی متداول است. در واقع راه‌کاری جهت افزایش بهره‌وری پایدار همراه با حفظ محیط زیست است.

**روش شناسی:** برای بررسی اثرات کاربرد کود بیولوژیک مایکوریزا در سیستم کشت مستقیم و کم خاکورزی آزمایشی در دو سال زراعی ۱۳۹۹-۴۰۰ و ۴۰۱-۱۴۰۰ روی نخود رقم منصور در مزرعه تحقیقاتی معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود به شکل کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. سیستم کشت بدون شخم و کم خاکورزی در کرت‌های اصلی و پنج تیمار کاربرد مایکوریزا، مایکوریزا+ نصف مقدار فسفر توصیه شده، مایکوریزا+ مقدار کامل فسفر توصیه شده، مقدار کامل فسفر توصیه شده و شاهد در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

**یافته‌های پژوهش:** نتایج نشان داد اثر متقابل خاکورزی و تغذیه با کود فسفر بر عملکرد، اجزای عملکرد، شاخص برداشت و ارتفاع معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد کاه به ترتیب با میانگین‌های ۵۵۲، ۱۰۲۲ و ۴۷۰ کیلوگرم در هکتار و تعداد غلاف در بوته (۱۴ غلاف)، تعداد دانه در بوته (۱۲ دانه) و وزن صد دانه (۳۷ گرم) در شرایط بدون شخم (کشت مستقیم) و کاربرد توأم مایکوریزا و نصف مقدار توصیه شده کود فسفر در زمان کاشت به دست آمد. همچنین عملکرد دانه با تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن صد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. به طور کلی نتایج نشان داد در سیستم کشت بدون شخم و کاربرد مایکوریزا به همراه نصف مقدار توصیه شده کود فسفر یعنی ۱۵ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و اجزای عملکرد نخود بیشترین میانگین را داشت. اجرای کشت بدون شخم با افزایش میکروارگانیسم‌های مفید خاک و حفظ رطوبت خاک در دیمزارها بسیار با اهمیت است.

**واژه‌های کلیدی:** نخود، مایکوریزا، کود فسفر، کشت بدون شخم

مقدمه



\* نگارنده مسئول: [a.rasaei@areeo.ac.ir](mailto:a.rasaei@areeo.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۲۵

اصول بنیادی در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌باشد (Sharma, 2002). قارچ‌های میکوریزایی یکی از کودهای زیستی هستند که رابطه‌ی همزیستی با ریشه اکثر گیاهان زراعی دارند و در افزایش جذب مواد غذایی، بخصوص فسفر و افزایش بیوماس در بسیاری از محصولات بویژه در خاک‌های با فسفر کم یا خاک‌هایی که در آن‌ها در نتیجه‌ی وجود کلسیم یا اسیدیته بالا، فسفر تثبیت می‌شود نقش دارند و باعث افزایش عملکرد گیاه میزبان در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌شوند (Turk et al., 2006). این قارچ از طریق گسترش ریشه‌ها و با افزایش جذب عناصر غذایی می‌تواند نقش مهمی را در بهبود کیفیت فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک ایفا کند (Cardoso and Kuyper, 2006). همزیستی میکوریزایی و گیاه، موجب افزایش وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی شده و گیاه می‌تواند فسفری که غیر قابل دسترس و دور از ریشه‌ها است را از طریق میسلیوم‌های خود جذب کند. با افزایش جذب آب و مواد غذایی باعث انتقال بهتر آن‌ها در گیاه می‌شود که به دنبال آن فتوسنتز و تولید ماده خشک افزایش می‌یابد (Yarmahmoodi et al., 2012; Song, 2005). حضور توأم باکتری ریزوبیوم و قارچ میکوریزا سبب ایجاد همزیستی سه جانبه مفیدی بین گیاه، باکتری و قارچ می‌شود که با افزایش امکان جذب عناصر غذایی نظیر فسفر، نیتروژن، روی، آهن و مس به افزایش وزن خشک گیاه و بهبود عملکرد کمک می‌کند (Tavasolee et al., 2011). از طرفی قارچ میکوریزا با اکثر گیاهان باغی و زراعی رابطه همزیستی خوبی برقرار می‌کند (Adsemoye and Kloeppel, 2009). تأمین عناصر غذایی گیاهان زراعی بویژه در شرایط دیم که نیاز آبی گیاهان از طریق بارندگی تأمین می‌شود نقش بسیار مهمی در کمیت و کیفیت آن‌ها دارد. از مهمترین این عناصر فسفر و نیتروژن هستند که می‌توان آنها را به روش‌های بیولوژیک و غیرشیمیایی با بکارگیری

اجرای کشاورزی حفاظتی به‌عنوان راهبردی برای رسیدن به اهداف تولید پایدار کشاورزی از دهه ۷۰ میلادی ظهور پیدا کرد و در عین بالا بردن بهره‌وری نظام تولید، پتانسیل بالایی برای مقابله با نگرانی‌ها و مسائل جدی مربوط به تخریب منابع طبیعی و آلودگی محیط زیست دارد (Abrol and Sangar, 2006). هدف کشاورزی حفاظتی رسیدن به کشاورزی پایدار و سودآور از طریق به کارگیری سه اصل کمترین برهم‌زنی خاک، تناوب زراعی و پوشش دائمی خاک است (Shrestha et al., 2020). استان کرمانشاه با ۱۴۱۰۰۹ هکتار سطح زیرکشت و تولید ۶۵۲۳۴ تن نخود (تقریباً ۴۰ درصد تولید نخود کشور) از لحاظ سطح زیرکشت و تولید در بین استان‌ها مقام اول را دارد و به این علت گیاه نخود در تناوب با گندم در زمین‌های دیم استان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (Anonymous, 2022). خاک‌های استان کرمانشاه به علت واقع شدن در منطقه خشک و نیمه خشک دارای مواد آلی کمی هستند (اکثر دیمزارها در استان دارای ماده آلی کمتر از ۱ درصد هستند) این کمبود مواد آلی سبب افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌شود و در نتیجه موجب کاهش نفوذپذیری، کمبود رطوبت مورد استفاده گیاه و افزایش رواناب و فرسایش خاک و سایر خسارت‌ها می‌گردد. از عناصر مهم در حاصلخیزی خاک نیتروژن و فسفر است. میزان فسفر در خاک دیمزارهای استان تقریباً ۳/۵-۳ برابر میزان مورد استفاده برای گیاهان زراعی است (حد بحرانی فسفر در خاک برای گیاهان ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است که میانگین فسفر خاک دیمزارهای استان تقریباً ۳۵-۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد). اما به دلیل تثبیت این عنصر با ذرات خاک نه تنها مورد استفاده برای گیاه نیست بلکه باعث سفت شدن و کاهش تخلخل خاک می‌شود که به دنبال آن نفوذ آب باران در خاک را کاهش می‌دهد. از طرف دیگر استفاده از کودهای زیستی در تأمین عناصر مورد نیاز گیاه، در جهت کاهش یا حذف نهاده‌های شیمیایی یکی از

خاک و آب شامل ترکیبی از گونه های مختلف مایکوریز زراعی) مطابق با روش توصیه شده استفاده گردید. کلیه عملیات داشت از قبیل مدیریت آفات و علف های هرز انجام شد. در این آزمایش جهت تعیین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از کشت نمونه برداری انجام گرفت. مشخصات خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. همچنین وضعیت بارندگی و دمای سال های آزمایش در مقایسه با وضعیت پنج سال قبل آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است.

پیش از برداشت از هر کرت پنج بوته نمونه تصادفی گرفته شد و با شمارش تعداد غلاف های پنج بوته میانگین تعداد غلاف در بوته به دست آمد. هم چنین با شمارش تعداد دانه در غلاف های پنج بوته برداشت شده، میانگین تعداد دانه در بوته نیز محاسبه شد. با اندازه گیری ارتفاع سه بوته در هر کرت ارتفاع بوته بر حسب سانتی متر به دست آمد. پس از رسیدگی فیزیولوژیک از بوته های نخود یک متر مربع وسط هر کرت با احتساب اثر حاشیه ای برداشت صورت گرفت و صفات عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک بر حسب درصد و عملکرد کاه از تفاضل عملکرد دانه از عملکرد بیولوژیک بر حسب کیلوگرم در هکتار به دست آمد. وزن صد دانه نیز با میانگین وزن دو دسته صدماتی و تجزیه واریانس داده ها به ترتیب به وسیله نرم افزارهای آماری SPSS 16.0 و SAS v9 انجام شد. مقایسات میانگین داده ها براساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. چون در آزمایش دو ساله عامل سال یک متغیر تصادفی است، بنابراین تجزیه داده ها براساس تجزیه مرکب در سال و براساس امید ریاضی انجام شد.

تناوب صحیح و استفاده از گیاهان با قابلیت تثبیت بیولوژیک عناصر مانند نخود، کاربرد میکروارگانیسم های همزیست با گیاهان به منظور استفاده بهتر گیاهان از عناصر موجود داخل خاک، کاهش خاکورزی برای جلوگیری از فرسایش خاک و هدر رفتن عناصر در اختیار گیاهان قرار داد. بنابراین آزمایشی به منظور بررسی اثرات قارچ مایکوریزا و مقادیر کود فسفر بر گیاه نخود در شرایط بی خاکورزی و کم خاکورزی اجرا شد و نقش این میکروارگانیسم در بهبود تغذیه نخود مورد پژوهش قرار گرفت.

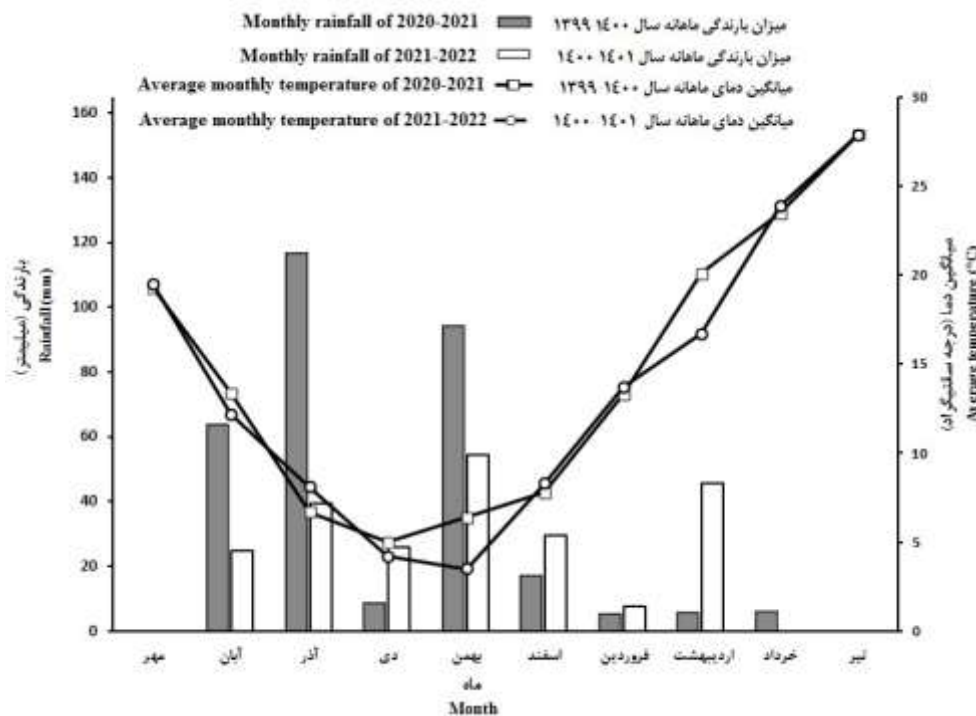
### مواد و روش ها

این آزمایش در معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه با طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۱۹ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه، ارتفاع از سطح دریا ۱۳۵۲ متر با آب و هوای سرد و معتدل در سال های زراعی ۴۰۰-۱۳۹۹ و ۴۰۱-۱۴۰۰ به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. سیستم بدون خاکورزی و کم خاکورزی (توسط چپزل) در کرت های اصلی و پنج تیمار کاربرد مایکوریزا، مایکوریزا+ نصف مقدار فسفر توصیه شده، مایکوریزا+ مقدار کامل فسفر توصیه شده، مقدار کامل فسفر توصیه شده و شاهد در کرت های فرعی قرار گرفتند. مقدار توصیه شده فسفر برای زراعت نخود ۳۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل است. نخود رقم منصور با تراکم ۸۵ کیلوگرم در هکتار و فاصله خطوط ۵۰ سانتی متر با ماشین بذرکار آسکه مدل ۲۲۰۰ و در تناوب با گندم کشت شد. عرض هر کرت فرعی ۵ متر به طول ۸ متر بود. اعمال تیمارهای مقادیر مختلف کود فسفر و مایکوریزا قبل از کشت و به شکل خاک مصرف انجام گرفت. از قارچ مایکوریز از نوع میکوریز آربوسکولار با نام تجاری مایکوروت (بنابر اظهار شرکت سازنده و بر اساس تاییدیه موسسه تحقیقات

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1: Physical and chemical characteristics of soil

عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)	بافت Texture	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dSiemens/m)	اسیدیته pH	منگنز	مس	روی	آهن	فسفر	پتاسیم	کربن آلی (درصد) OC (%)
				Mn	Cu	Zn	Fe	P	K	
0-30	سیلنی-لوم Silt-loam	1.21	7.51	9.4	0.34	1.3	6.14	23	480	1.04



شکل ۱: میزان بارندگی (میلی‌متر) و میانگین دمای ماهیانه (درجه سانتی‌گراد) سال‌های اجرای آزمایش (۴۰۰-۱۳۹۹ و ۴۰۱-۱۴۰۰).

Figure 1: Rainfall (mm) and average monthly temperature (°C) of the years of the experiment (2020 – 2021 and 2021-2022).

فسفر در زمان کاشت به دست آمد. کمترین میانگین عملکرد دانه ۴۲۱ کیلوگرم در هکتار مربوط به سیستم کشت کم‌خاکورزی و بدون کاربرد مایکوریزا و کود فسفر بود (شکل ۲- الف). همچنین جدول همبستگی صفات نشان می‌دهد عملکرد دانه با اجزای عملکرد تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه همبستگی مثبت و بالایی دارد (جدول ۳).  
**عملکرد بیولوژیک:** برای صفت عملکرد بیولوژیک تمامی اثرات ساده خاکورزی، تغذیه کودی و اثر

## نتایج و بحث

**عملکرد دانه:** تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر ساده خاکورزی بر عملکرد دانه معنی‌دار نشده است. اما اثر ساده تغذیه کودی و اثر متقابل بین خاکورزی و تغذیه کودی بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان عملکرد دانه با میانگین ۵۵۲ کیلوگرم در هکتار در شرایط بدون شخم (کشت مستقیم) و کاربرد توأم مایکوریزا و نصف مقدار توصیه شده کود

و در تیمارهای مایکوریزا + نصف مقدار توصیه شده کود فسفر و شاهد به دست آمد (شکل ۲-ه).

**وزن صد دانه:** همانند عملکرد دانه، اثر ساده خاکورزی بر عملکرد دانه معنی دار نشد اما اثر ساده تغذیه کودی و اثر متقابل بین خاکورزی و تغذیه کودی بر این صفت معنی دار شد (جدول ۲). بیشترین وزن صد دانه با میانگین ۳۷ گرم مربوط به تیمار کشت مستقیم و مایکوریزا و نصف مقدار توصیه شده فسفر بود (شکل ۲-و).

**شاخص برداشت:** برای شاخص برداشت فقط اثر متقابل خاکورزی × کود معنی دار بود و اثرات ساده خاکورزی و کود معنی دار نبود (جدول ۲). صفت شاخص برداشت با تمامی صفات عملکرد و اجزای عملکرد همبستگی منفی و معنی دار داشت (جدول ۳). همچنین مقایسات میانگین اثرات متقابل نشان داد بین تمام تیمارهای خاکورزی و کود تفاوت معنی دار وجود نداشت. فقط تیمار کشت مستقیم با عدم کود دهی کمترین میانگین شاخص برداشت با سایر تیمارها داشت که این تفاوت معنی دار بود (شکل ۲-ز).

**ارتفاع بوته:** براساس نتایج جدول تجزیه واریانس اثر ساده خاکورزی بر ارتفاع بوته معنی دار نشد اما اثر ساده تغذیه کود و اثر متقابل بین آن‌ها معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته با میانگین ۳۱/۵ سانتی‌متر مربوط به سیستم بدون شخم و کاربرد توأم مایکوریزا و نصف مقدار توصیه شده کود فسفر بود و کمترین میانگین با مقدار ۲۴ سانتی‌متر مربوط به تیمار کشت کم خاکورزی و عدم کاربرد کود بود (شکل ۲-ح).

نتایج آزمایشی بر روی نخود نشان داد که تلقیح بذر نخود با قارچ مایکوریزا، محتوی فسفر را در این گیاه افزایش می‌دهد و این افزایش در نژادهای مختلف قارچ متفاوت بود (Tavasolee et al., 2011). در آزمایشی دیگر حضور توأم باکتری تثبیت کننده نیتروژن در نخود را با قارچ مایکوریزا مورد بررسی قرار

متقابل بین آن‌ها بر عملکرد بیولوژیک نخود معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین میانگین عملکرد بیولوژیک (۱۰۲۲ کیلوگرم در هکتار) در سیستم کشت مستقیم و کاربرد مایکوریزا و نصف مقدار توصیه شده کود فسفر به دست آمد و کمترین (۷۴۸ کیلوگرم در هکتار) نیز مربوط به سیستم کشت کم خاکورزی و عدم کاربرد مایکوریزا و کود فسفر بود (شکل ۲-ب). این صفت نیز با عملکرد کاه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی داری داشت (جدول ۳).

**عملکرد کاه:** برای عملکرد کاه اثر ساده تغذیه کودی و اثر متقابل بین خاکورزی و تغذیه کودی معنی دار شد اما اثرات ساده تیمار خاکورزی معنی دار نشد (جدول ۲). بیشترین و کمترین عملکرد کاه به ترتیب با میانگین‌های ۴۷۰ و ۳۲۷ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمارهای سیستم کشت مستقیم و کاربرد مایکوریزا و نصف مقدار توصیه شده کود فسفر و روش کشت کم خاکورزی و شاهد (بدون کود) بود (شکل ۲-ج).

**تعداد غلاف در بوته:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اثرات ساده خاکورزی و تغذیه کودی بر تعداد غلاف در بوته غیرمعنی دار بود اما اثر متقابل خاکورزی و تغذیه کودی بر این صفت معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد غلاف در بوته با میانگین ۱۳/۵ غلاف در بوته مربوط به سیستم بدون شخم + استفاده از مایکوریزا و نصف مقدار توصیه شده کود فسفر بود و کمترین تعداد غلاف با میانگین ۱۰/۲ غلاف در بوته به صورت مشترک در سیستم کشت بدون شخم و کم خاکورزی و شاهد به دست آمد (شکل ۲-د).

**تعداد دانه در بوته:** نتایج جدول (۲) نشان می‌دهد، اثر ساده خاکورزی و اثر متقابل خاکورزی × کود بر تعداد دانه در بوته معنی دار شده است اما اثر ساده تغذیه کودی معنی دار نیست (جدول ۲). بیشترین و کمترین تعداد دانه در بوته با میانگین‌های ۱۱/۸ و ۹/۳ دانه در بوته به ترتیب در سیستم کشت مستقیم

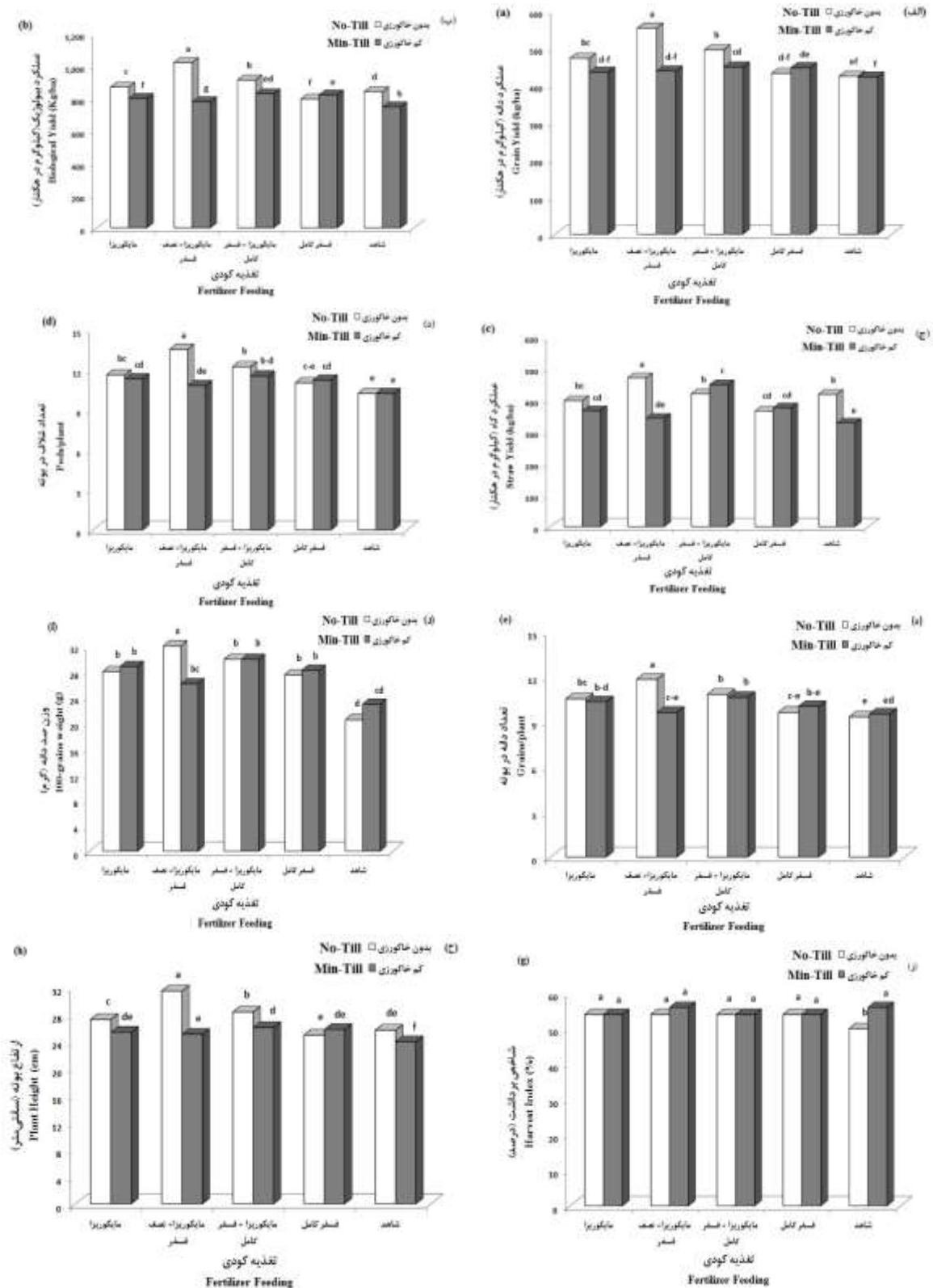
نیتروژن بهبود ببخشد (Erman *et al.*, 2011). همچنین عملکرد و اجزای عملکرد آن را بهبود ببخشد.

گرفت و مشخص شد مایکوریزا با اثراتی که بر جذب فسفر و سایر عناصر غذایی و آب در گیاه میزبان دارد می تواند به طور غیرمستقیم تشکیل گرهک و تثبیت بیولوژیک نیتروژن را توسط باکتری های تثبیت کننده

جدول ۲: تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد نخود تحت شرایط مختلف خاکورزی و تیمارهای مختلف کود در دو سال اجرای آزمایش  
Table 2: Variance analysis of chickpea yield and yield components under different tillage conditions and different fertilizer treatments during two years of the experiment

میانگین مربعات (MS)									
ارتفاع بوته Plant Height	شاخص برداشت HI	وزن صد دانه 100-grains weight	تعداد دانه در بوته Grains/plant	تعداد غلاف در بوته Pods/plant	عملکرد کاه Straw Yield	عملکرد بیولوژیک Biological Yield	عملکرد دانه Grain Yield	درجه آزادی df	منابع تغییرات S. O. V
50.60 <sup>ns</sup>	360.15 <sup>**</sup>	929.05 <sup>*</sup>	29.4 <sup>*</sup>	28.70 <sup>*</sup>	106024.88 <sup>*</sup>	135565.06 <sup>ns</sup>	1771.26 <sup>ns</sup>	1	سال (Year)
2038 <sup>**</sup>	0.18 <sup>ns</sup>	48.97 <sup>ns</sup>	4.33 <sup>*</sup>	3.35 <sup>ns</sup>	7164.62 <sup>ns</sup>	32911.73 <sup>*</sup>	9358.51 <sup>*</sup>	4	تکرار در سال R(y)
81.74 <sup>ns</sup>	40.01 <sup>ns</sup>	33.0 <sup>ns</sup>	2.4 <sup>**</sup>	7.56 <sup>ns</sup>	47152.06 <sup>ns</sup>	129735.0 <sup>*</sup>	20535.0 <sup>ns</sup>	1	خاکورزی T
0.74 <sup>ns</sup>	8.81 <sup>ns</sup>	24.7 <sup>ns</sup>	0 <sup>ns</sup>	0.43 <sup>ns</sup>	2181.65 <sup>ns</sup>	504.6 <sup>ns</sup>	576.6 <sup>ns</sup>	1	سال × خاکورزی T×Y
20.00	7.51	122.35	6.7	5.34	2178.49	18261.5	8450.65	4	خطای اصلی E1
22.82 <sup>**</sup>	4.64 <sup>ns</sup>	167.98 <sup>*</sup>	4.18 <sup>ns</sup>	6.78 <sup>ns</sup>	3162.28 <sup>*</sup>	32252.76 <sup>**</sup>	9619.98 <sup>**</sup>	4	کود F
0.32 <sup>ns</sup>	5.52 <sup>ns</sup>	19.74 <sup>ns</sup>	0.81 <sup>ns</sup>	1.15 <sup>ns</sup>	203.46 <sup>ns</sup>	99.56 <sup>ns</sup>	426.10 <sup>ns</sup>	4	سال × کود F × Y
20.39 <sup>**</sup>	20.64 <sup>*</sup>	84.47 <sup>*</sup>	3.06 <sup>*</sup>	4.22 <sup>**</sup>	8689.73 <sup>**</sup>	27628.83 <sup>**</sup>	7569.08 <sup>**</sup>	4	خاکورزی × کود F × T
0.21 <sup>ns</sup>	2.52 <sup>ns</sup>	5.73 <sup>ns</sup>	0.33 <sup>ns</sup>	0.24 <sup>ns</sup>	494.37 <sup>ns</sup>	84.93 <sup>ns</sup>	209.93 <sup>ns</sup>	4	سال × کود × خاکورزی T × F × Y
6.67	4.74	24.67	1.28	1.35	3221.39	10105.13	236.0	32	خطای فرعی E2
9.75	3.99	17.75	11.08	10.27	14.68	11.93	10.65	-	ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

ns, \* and \*\*, non-significant and significant difference at 5% and 1% probability levels, respectively.



شکل ۲: مقایسه میانگین اثرات متقابل خاکورزی و تغذیه کودی بر عملکرد دانه (الف)، عملکرد بیولوژیک (ب)، عملکرد کاه (ج)، تعداد غلاف در بوته (د)، تعداد دانه در بوته (ه)، وزن صد دانه (و)، شاخص برداشت (ز) و ارتفاع بوته نخود (ح).

Figure 2: Mean Comparison of the effects of tillage and fertilizer on seed yield (a), biological yield (b), straw yield (c), number of pods per plant (d), number of seeds per plant (e), 100 seeds weight (f), harvest index (g) and chickpea plant height (h).

جدول ۳: همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد نخود تحت شرایط مختلف خاکورزی و تیمارهای مختلف کود در دو سال اجرای آزمایش

Table 3: Correlation between yield and yield components of chickpea under different tillage conditions and different fertilizer treatments during two years of the experiment

عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد کاه	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	شاخص برداشت	ارتفاع بوته
Grain Yield	Biological Yield	Straw Yield	Pods/plant	Grains/plant	100-grains weight	HI	Plant Height
1							
0.90**	1						
0.70**	0.93**	1					
0.89**	0.92**	0.82**	1				
0.83**	0.88**	0.80**	0.95**	1			
0.75**	0.82**	0.75**	0.92**	0.89**	1		
-0.02 <sup>ns</sup>	-0.42**	-0.70**	-0.27*	-0.29*	-0.31**	1	
0.95**	0.97**	0.87**	0.92**	0.88**	0.82**	-0.28**	1

ns، \* و \*\* به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, \* and \*\* are non-significant and significant difference at 5% and 1% probability levels, respectively.

گیاهان مایکوریزایی نسبت به گیاهان غیرمایکوریزایی می تواند توجه کننده کارایی مصرف بالاتر آن ها نیز باشد. در آزمایشی تنش خشکی وزن خشک اندام هوایی و کل را در دو رقم نخود پیروز (از نوع دسی) و ILC-482 (از نوع کابلی) را کاهش داد. با این حال تلقیح مایکوریزا با گیاهان نخود این صفات را بهبود بخشید (Sohrabi et al., 2012).

#### نتیجه گیری کلی

به طور کلی نتایج نشان داد در سیستم کشت بدون شخم و کاربرد مایکوریزا به همراه نصف مقدار توصیه

گیاهان مایکوریزایی آب کمتری برای تولید یک واحد ماده خشک اندام هوایی نسبت به گیاهان غیر مایکوریزایی مصرف کردند (کارایی مصرف آب بالاتری داشتند). ژنوتیپ های مایکوریزایی مقدار فسفر بالاتری نسبت به ژنوتیپ های غیر مایکوریزایی در اندام هوایی داشتند. کارایی مصرف آب بالاتر در گیاهان مایکوریزایی نسبت به غیرمایکوریزایی نشان می دهد که توانایی ریشه این گیاهان برای جذب رطوبت افزایش پیدا کرده است و بنابراین می توانند روزنه های خود را جهت ماده سازی بالاتر، بیشتر باز بگذارند. در واقع ماده خشک تولید شده بیشتر در



### تشکر و قدردانی

این مقاله مستخرج از پروژه تحقیقاتی مشترک با کد مصوب ۹۹۰۵۸۰-۰۰۹-۱۵۵۱-۱۵-۳ است. بدین وسیله از زحمات تمام همکاران معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم و دانشگاه رازی که در این پروژه ما را یاری نمودند سپاسگزاری می‌گردد.

شده کود فسفر یعنی ۱۵ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و اجزای عملکرد نخود بیشترین میانگین را داشت. در سیستم کشت بدون شخم بقایای گیاهان زراعی سال قبل در مزرعه باقی می‌ماند و خاک برگردان نمی‌شود و این روش موجب حفظ و پایداری بافت، میکروارگانیسم‌های مفید خاک و رطوبت در خاک به‌ویژه در دیمزارها می‌شود. از طرفی عملکرد نخود نیز با حفظ رطوبت خاک بیشتر هم می‌شود.

### منابع

- Abrol IP and Sangar S, 2006. Sustaining Indian agriculture – conservation agriculture the way forward. *Current Science* 91(8):1020-1025
- Adsemoye AO, Kloepe JW. 2009. Plant microbes interactions in enhanced fertilizer use efficiency. *Appl. Microbial biotechnology* 85: 1-12
- Anonymous 2022. *Agricultural Statistics 2021-2022*. Ministry of Agriculture Jihad, Crops, No1: p. 100. (In Persian).
- Cardoso M, Kuyper TW. 2006. Mycorrhiza and tropical soil fertility. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 116:72-84
- Erman M, Demir S, Ocak E, Tufenkci S, Oguz F, Akkopru A. 2011. Effects of Rhizobium, arbuscular mycorrhiza and whey applications on some properties in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under irrigated and rainfed conditions 1—Yield, yield components, nodulation and AMF colonization. *Field Crops Research* 122: 14-24
- Sharma AK. 2002. *Biofertilizers for sustainable agriculture*. Agrobios, India, 407p
- Shrestha J, Subedi S, Timsina KP, Chaudhary A, Kandel M, Tripathi S. 2020. Conservation agriculture as an approach towards sustainable crop production: A review. *Farming and Management* 5(1): 7-15
- Sohrabi Y, Heidari G, Weisany W, Ghasemi Golezani K, Mohammadi K. 2012. Changes of antioxidative enzymes, lipid peroxidation and chlorophyll content in chickpea types colonized by different *Glomus* species under drought stress. *Symbiosis* 56: 5–18
- Song H. 2005. Effects of VAM on host plant in the condition of drought stress and its mechanisms. *Electronic journal of Biology* 1(3): 44-48
- Tavasolee AR, Aliasghar zad N, Salehijou zani Gh. R., Mardi, M. and Asgharzadeh, A. 2011. Interactive effects of *Arbuscular mycorrhizal* fungi and rhizobial strains on chickpea growth and nutrient. *African Journal of Biotechnology* 10 (39): 7585-7591.
- Turk MA, Assaf TTA, Hameed KM, AL-Tawaha AM. 2006. Significance of mycorrhizae. *World Journal of Agricultural Sciences* 2: 16-20
- Yarmahmoodi Z, Aryana L, Alizadeh O. 2012. The study of interaction chemical and biological fertilizer on morphological characteristics of corn in sustainable agriculture. *Crop Production in Environmental Stress* 4 (2): 15-20



## Evaluation of mycorrhiza and phosphorus application on chickpea yield under different tillage methods in dryland conditions

Ali Rasaei<sup>1\*</sup>, Saeid Jalali Honarmand<sup>2</sup>, Fardin Ranjbar<sup>1</sup>, Mokhtar Dashadi<sup>1</sup>

1- Sararood Branch, Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran.

2- Department of Plant Production and Genetic, Faculty of Science and Agricultural Engineering, Razi University, Kermanshah, Iran.

### EXTENDED ABSTRACT

**Introduction:** One of the principles of sustainable agriculture is the implementation of conservation agriculture, which includes the three principles of minimum tillage, permanent soil cover with plant residues and crop rotation with the aim of reducing the negative effects of conventional agricultural activities. In fact, it is a solution to increase sustainable productivity along with preserving the environment.

**Methodology:** To investigate the applications of mycorrhiza in no-till and minimum-till systems, an experiment was conducted on chickpea (Mansour cultivar) as a split plot based on a randomized complete blocks design with three replications in the research farm of the Dryland Agricultural Research Sub-Institute during 2020-2022 cropping seasons. Cultivation system no-till and minimum tillage were in the main plots and five treatments of mycorrhiza application, mycorrhiza + half of the recommended amount of phosphorus, mycorrhiza + full amount of recommended phosphorus, full amount of recommended phosphorus and control were as the sub-plots.

**Research findings:** The results showed that the interaction between tillage and phosphorus fertilizer was significant on yield, yield components, harvest index and plant height. The highest grain yield, biological yield and straw yield were 552, 1022 and 470 kg per hectare, respectively and the number of pods per plant (14 pods), the number of seeds per plant (12 seeds) and the 100-grains weight (37 grams) were obtained under direct seeding and combined application of mycorrhiza and half of the recommended amount of phosphorus fertilizer at the time of planting. Grain yield had a positive and significant correlation with the number of pods per plant, the number of grains per pod, and the 100-kernel weight. In general, the results showed that in the no-till system and the application of mycorrhiza along with half of the recommended amount of phosphorus fertilizer, i.e. 15 kg per hectare, the grain yield, biological yield and yield components of chickpea had the highest average. It is very important to implement no-till cultivation by increasing beneficial soil microorganisms and maintaining soil moisture in drylands.

**Keywords:** chickpea, mycorrhiza, phosphorus fertilizer, no-till cultivation

---

\* Corresponding author: [a.rasaei@areeo.ac.ir](mailto:a.rasaei@areeo.ac.ir)

Submit date: 2023/08/16 Accept date: 2024/02/14

