

## بررسی اثر قارچ مایکوریزا و آبیاری تکمیلی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد نخود (*Cicer*)

*arietinum* L. در دو فصل کشت پاییزه و بهاره در شرایط اقلیمی استان ایلام

محمد میرزایی حیدری\*

گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد ایلام، دانشگاه آزاد اسلامی، ایلام، ایران.

\*نویسنده مسئول: [mirzaeiheydari@yahoo.com](mailto:mirzaeiheydari@yahoo.com)

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی می باشد.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۳

### چکیده

به منظور بررسی اثر قارچ مایکوریزا بر رشد و عملکرد نخود پاییزه و بهاره تحت شرایط تنش آبی در ایلام، آزمایشی به صورت اسپلیت اسپلیت پلات در قالب بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. این آزمایش دارای سه عامل فصل کاشت، کود و آبیاری تکمیلی بود. فصل کاشت در دو سطح پاییزه و بهاره به عنوان کرت اصلی، آبیاری تکمیلی شامل ۳ سطح (شاهد یا دیم، یکبار آبیاری در مرحله گلدهی، دوبار آبیاری در مرحله گلدهی) در کرت های فرعی و عامل کود شامل ۴ سطح (شاهد، مایکوریزا، کود شیمیایی (نیتروژن و فسفر) و مایکوریزا با کود شیمیایی (نیتروژن و فسفر) در کرت های فرعی بود. نتایج تجزیه واریانس حاکی از تاثیر معنی دار عامل اصلی فصل کاشت بر روی عملکرد دانه داشت، به طوری که عملکرد دانه در کاشت پاییزه نخود ۳۲ درصد بیشتر از کاشت بهاره بود. بر اساس نتایج به دست آمده از نظر عملکرد دانه، کاشت در فصل پاییز شرایط مناسب برای گیاه نخود است. بیشترین عملکرد دانه در تیمار کود شیمیایی + مایکوریزا با دوبار آبیاری به میزان ۲۴۹۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. مصرف توام کودهای شیمیایی و کود مایکوریزا به صورت معنی داری محتوای کلروفیل کل برگ را نسبت به شاهد به میزان ۵۶/۵٪ افزایش داد. در مجموع نتایج نشان داد که کشت پاییزه نخود همراه با استفاده ترکیبی از کودهای شیمیایی به همراه کود زیستی مایکوریزا و آبیاری تکمیلی در دو مرحله دارای قابلیت ارتقا و بهبودی عملکرد و اجزای عملکردی نخود در شرایط آزمایش بوده و می تواند به عنوان گزینه مدیریتی در کشت نخود در منطقه توصیه گردد.

واژه های کلیدی: نخود، تنش، کود زیستی، محرک رشد و کود شیمیایی.

## مقدمه

رشد جمعیت جهان روزبه‌روز در حال افزایش است که بر اساس مطالعات محققان پیش‌بینی می‌شود برای سال ۲۰۵۰ جمعیت جهان به ۱۰ میلیارد برسد (Fathi and Kardoni, 2020). بنابراین یکی از اهداف مهم برای هماهنگی با افزایش جمعیت جهان، افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد (ملکی و همکاران، ۱۳۹۰). ضمن اینکه رشد متعادل بدن انسان به ازای هر کیلوگرم وزن، یک گرم پروتئین در روز لازم دارد و روزانه حداقل ۲۵ تا ۴۰ گرم پروتئین برای اعمال حیاتی بدن نیاز است (پورنجف، ۱۳۸۵). حبوبات به لحاظ ویژگی منحصر به فرد همزیستی با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن اتمسفری در ریشه آن‌ها، در حاصلخیزی خاک موثر هستند و هر ساله مقادیر زیادی نیتروژن بعد از برداشت این محصولات به خاک افزوده می‌شود (انصاری و همکاران، ۱۳۹۶). از طرفی حبوبات به لحاظ برخورداری از پروتئین بالای دانه از اهمیت غذایی بالایی برخوردار هستند. نخود<sup>۱</sup> یکی از گیاهان مهم این خانواده است (میرزائی و همکاران، ۱۳۹۶). سطح زیر کشت گیاه نخود در دنیا حدود ۱۱ میلیون هکتار بوده و ایران با سطح زیر کشت حدود ۷۰۰ هزار هکتار، چهارمین رتبه را در جهان پس از هندوستان، پاکستان و ترکیه داراست (Nasari et al., 2020). بهبود کمی و کیفی عملکرد گیاه زراعی نیازمند عملیات به‌زراعی به‌ویژه مدیریت بهینه مصرف کود، آب و استفاده از کودهای زیستی (قارچ میکوریزا) است. استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی به‌خصوص در طی چهار دهه اخیر، علاوه بر زیان‌های اقتصادی و مالی کشاورزان، منجر به آلودگی محیط‌زیست، مواد غذایی، آب‌های سطحی و زیرزمینی، کاهش عناصر کمیاب مانند روی، آهن، مس و منگنز و در نهایت تهدید سلامتی مصرف‌کنندگان را به‌همراه داشته است. استفاده از کود زیستی یکی از راه‌کارهایی است که می‌توان برای تغذیه و بهبود رشد گیاه و حفظ بهداشت محیط‌زیست به‌کار گرفت. در شرایطی که گیاه با کمبود یا فقدان عناصر معدنی مواجه می‌شود روابط همزیستی ریشه گیاه با میکروارگانیسم مفید می‌باشد و موجب تولید پایدار می‌شود (Heydari and Maleki, 2014). برای جذب عناصر معدنی خاک و افزایش کارایی جذب در گیاهان زراعی از روش‌های مختلفی همچون استفاده از منابع کودی، استفاده از مواد آلی و تلقیح گیاهان با کودهای زیستی می‌توان سود برد. کودهای زیستی از طریق تاثیر بر ناحیه ریزوسفر، فیزیولوژی و مورفولوژی ریشه گیاهان تلقیح شده موجب افزایش جذب عناصر و رشد بیشتر گیاهان می‌شود (شوقی کلخوران و همکاران، ۱۳۸۹). آبیاری در طول دوره رویشی تاثیر زیادی بر عملکرد دانه ندارد و زمان آبیاری تاثیر بیشتری از دفعات آبیاری بر عملکرد دارد. در واقع طول دوره رشد گیاه متأثر از میزان آب در دسترس گیاه است (Fathi and Tari, 2016). آبیاری بر روی تاریخ رسیدن محصول نخود اثر معنی‌داری داشته و آب بیشتر، دوره رشد نخود را طولانی‌تر می‌کند و چنانچه این صفت همبستگی فاحشی با عملکرد نداشته باشد، کاشت نخود در شرایط دیم

1- *Cicer arietinum* L.

از طریق کوتاه کردن دوره رشد، گیاه را از برخی از خطرات خشکی و حرارت بیشتر اواخر بهار مصون می‌کند. در یک بررسی اعمال تنش خشکی در کلیه مراحل رشد، شاخص سطح برگ نخود را کاهش داد، اما تنش اعمال شده در مرحله قبل از گلدهی شاخص سطح برگ را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد کمتر شدن شاخص سطح برگ در دوره پرشدن دانه نیز از افزایش پیری برگ‌ها ناشی می‌شود که بر اثر ریزش و یا انتقال مواد پرورده به قسمت‌های زایشی گیاه صورت می‌گیرد (Nejata *et al.*, 2009). کشت متداول نخود در ایران به صورت بهاره است و در این شرایط گیاه غالباً با استفاده از رطوبت ذخیره شده در خاک کاشته می‌شود. به تدریج با بالا رفتن دما و طول روز، هم‌چنین کاهش رطوبت خاک رشد و نمو گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد، در نتیجه رشد رویشی نخود کوتاه شده و تجمع ماده خشک گیاهی در زمان گل‌دهی به حد مناسب نمی‌رسد و در نهایت عملکرد گیاه کاهش می‌یابد. تاریخ کاشت به‌طور موثری قدرت نمو عدس را تحت تأثیر قرار می‌دهد، زیرا در تاریخ‌های کاشت مختلف مراحل فنولوژیکی متفاوت در معرض شرایط محیطی مختلف قرار می‌گیرند، لذا باید پذیرفت که تاریخ کاشت مطلوب از منطقه‌ای به منطقه دیگر و حتی در یک منطقه نیز در بعضی از جهات از یک ژنوتیپ به ژنوتیپ دیگر متفاوت است. کاشت عدس در زمان مناسب باعث استقرار بهتر گیاه پیش از فرا رسیدن دماهای محدود کننده رشد می‌شود (شعبان و همکاران، ۱۳۹۰). استفاده از باکتری‌ها و قارچ میکوریزا به‌عنوان کود زیستی در افزایش کارایی کودهای فسفر و نیتروژن و در نتیجه بهبود رشد گیاه زراعی توصیه شده‌اند. علاوه بر قارچ‌های میکوریزای آربوسکولار، بعضی از قارچ‌های خانواده سباسیناسه<sup>۱</sup> نیز نقش میکوریزا را برای گیاه ایفا نموده و موجب افزایش رشد رویشی گیاه شده‌اند. قارچ‌های پیریفورموسپورا نقش مهمی در بهبود تغذیه و رشد گیاهان در شرایط شور داشته به‌نحوی که به-عنوان اصلاح کنندگان زیستی<sup>۲</sup> خاک‌های شور شناخته می‌شوند (Singh and Usha, 2004). علاوه بر این قارچ‌های میکوریزی در حفاظت از فتوسنتز گیاه در شرایط تنش نقش به‌سزایی داشته و عمدتاً با ریشه‌های باریک و تغذیه‌کننده ارتباط برقرار می‌کنند (Kapoor *et al.*, 2004). فراهم نمودن حاصلخیزی مناسب خاک با استفاده متعادل از کودهای شیمیایی و تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه یکی از جنبه‌های مهم مدیریت‌های زراعی جهت حصول حداکثر عملکرد و کیفیت مطلوب گیاهان زراعی و به‌حداقل رساندن آثار مضر کودهای شیمیایی بر محیط‌زیست می‌باشد. گیاهان زراعی جهت داشتن رشد و نمو مطلوب نیاز به عناصر غذایی پرمصرف نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم داشته و محدودیت این عناصر در خاک، تأثیر منفی بر رشد و تولید گیاه دارد. با در نظر گرفتن موارد فوق، تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر آبیاری تکمیلی، کودهای زیستی مایکوریزا و هم‌چنین کودهای شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود در شرایط کشت پاییزه و بهاره به انجام رسیده است.

1- Sebacinaceae

2- Bio-ameliorators

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه جهاد کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام واقع در بخش آسمان آباد از توابع شهرستان چرداول از توابع استان ایلام، در پاییز و بهار سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ انجام شد. به منظور تعیین خواص فیزیکی خاک، بعد از انتخاب محل اجرای آزمایش و قبل از هرگونه عملیات آماده‌سازی زمین توسط مته نمونه‌برداری (آگر) از عمق ۰ تا ۳۰ سانتیمتری خاک، از پنج نقطه زمین به‌طور تصادفی نمونه‌برداری صورت گرفت. نتایج حاصل از تجزیه خاک در آزمایشگاه خاک‌شناسی گلرنگ ایلام نشان داد که خاک مزرعه دارای بافت سیلتی کلی لوم بود (جدول ۱).

جدول ۱: نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش ۱۳۹۶-۱۳۹۵

عمق نمونه برداری (سانتی‌متر)	pH	EC Ds/m	کربن آلی (%)	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	مس	روی
در دسترس (میلی گرم بر کیلوگرم)										
۰-۳۰	۷/۴۵	۱/۰۱	۲/۱۴	۰/۲۱	>۲۸	۹۲۵	۸/۷	۲۹/۸	۲/۷	۳

این آزمایش به‌صورت اسپلینت اسپلینت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. این آزمایش دارای سه عامل فصل کاشت، کود و آبیاری تکمیلی بود به‌طوری که فصل کاشت در دو سطح پاییزه و بهاره به‌عنوان کرت اصلی، آبیاری تکمیلی شامل سه سطح (شاهد یا دیم، یک‌بار آبیاری در مرحله گلدهی، دو بار آبیاری در مرحله گلدهی) در کرت-های فرعی و عامل کود شامل چهار سطح (شاهد (بدون مایکوریزا و کود شیمیایی نیتروژن و فسفر)، مایکوریزا، کود شیمیایی (نیتروژن و فسفر) و مایکوریزا با کود شیمیایی) در کرت‌های فرعی بوده است. هر کرت ۱۳ ردیف کاشت به‌طول چهار متر با فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر، فاصله کرت‌های اصلی از هم ۱/۵ متر و فاصله کرت‌های فرعی از هم یک متر، فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۱۲ سانتی‌متر و فاصله بین هر تکرار ۱/۵ متر بود. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح، قبل از کاشت صورت گرفت. سپس از عمق ۳۰ سانتیمتری خاک محل اجرای آزمایش نمونه‌گیری مرکب به‌عمل آمد تا برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عناصر غذایی آن اندازه‌گیری شود. پس از درآوردن شیارها نقشه آزمایش بر روی زمین پیاده گردید. هم‌زمان با کاشت بذور، کودهای فسفوره و پتاسه به خاک داده شد. میزان کودهای مصرفی بر اساس آزمون خاک نیتروژن از منبع کود اوره به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار و فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل به‌میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و برای نیتروژن یک سوم بعد از کاشت داده شد. آبیاری تکمیلی در زمان گلدهی انجام شد. کود اوره نیز هنگام کاشت استفاده شد. کاشت بذور به‌صورت دستی انجام گرفت. کود مایکوریزا تهیه شده از دانشگاه آزاد اسلامی واحد ایلام بود. این کود حاوی قارچ گلوبوس موسه به‌صورت پودر است. هر گرم

از قارچ دارای ۱۵۰ اسپور زنده بود. برای اختلاط و تلقیح بذور با میکوریزا، ابتدا بذور روی پلاستیک تمیز پخش شد، سپس مقدار مناسب مایه تلقیح را به تدریج روی بذرها پاشیده و با به هم زدن بذر نسبت به تلقیح بذر اقدام گردید. از صمغ عربی برای چسبیدگی بیشتر کود به بذر استفاده شد. سپس بذره‌های تلقیح شده را در سایه پهن کرده و پس از خشک شدن آماده کشت شد (Karami *et al.*, 2018). عملیات وجین و سله‌شکنی در مزارع نخود توأمأً انجام گرفت و ۳-۴ هفته پس از کاشت، وجین سطحی بین ردیف‌ها در بالا بردن محصول انجام گرفت و ۳-۴ هفته بعد این کار تکرار شد. هر ۱۴ روز یک بار بسته به نیاز آبی گیاه آبیاری انجام شد.

به منظور انجام عملیات نمونه برداری با حذف ردیف‌های کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت، نمونه برداری از دو ردیف میانی هر کرت انجام شد. تعداد ۱۰ بوته از هر کرت برای بررسی صفات اندازه گیری انتخاب شد. عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و اجزای عملکرد از بخش نمونه برداری شده در پایان فصل رشد انجام شد. به منظور محاسبه وزن صد دانه، تعداد ۱۰۰ دانه به صورت تصادفی از توده‌های هر تیمار انتخاب شده و توسط دستگاه شمارش گر لیزری تعیین و برحسب گرم وزن شدند. شاخص برداشت بر حسب درصد از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک ضرب در ۱۰۰ به دست آمد. برای اندازه گیری وزن ریشه از عمق ۳۰ سانتی متری خاک زمین را برش داده و ریشه همراه با خاک چسبیده به آن را بر روی توری قرار داده و به آرامی با مقدار زیاد آب شسته شد تا خاک کاملاً از ریشه جدا گردد (Kashiwagi *et al.*, 2006; Naseri *et al.*, 2020). میزان نیتروژن اندام هوایی و ریشه‌های گیاه با استفاده از روش کج‌دال و فسفر اندام هوایی و ریشه‌های گیاه از روش زرد (مولیبدوانات) و دستگاه اسپکتروفتومتر (Lonbani and Arzani, 2011) اندازه گیری شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار Excel مرتب شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از برنامه آماری SAS نسخه ۹.۱ استفاده شد. جهت مقایسه میانگین صفات مورد نظر نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

## نتایج و بحث

### ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای آبیاری تکمیلی، کوددهی و آثار متقابل تیمارهای آبیاری تکمیلی در کوددهی به طور بسیار معنی داری ارتفاع بوته نخود را تحت تاثیر قرار دادند ( $P < 0.01$ ) و سایر تیمارها و آثار متقابل آنها تاثیر معنی داری نداشتند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تاثیر متقابل تیمارهای آبیاری تکمیلی و کوددهی با میکوریزا و کود شیمیایی بر ارتفاع بوته نخود در شکل ۱ ارائه شده است. بر اساس نتایج ارائه شده، تیمارهای آبیاری تکمیلی نسبت به تیمارهای دیم باعث افزایش ارتفاع بوته گیاه نخود شده و بیشترین مقدار ارتفاع گیاه در تیمار دوبار آبیاری تکمیلی مشاهده شد که اختلاف معنی داری با دو سطح دیگر آبیاری داشت. در بین تیمارهای کودی مورد بررسی نیز، اعمال تیمارهای

کوددهی منجر به افزایش ارتفاع بوته گیاه نسبت به تیمار شاهد شد و در این میان تاثیر تیمارهای کوددهی شیمیایی در هر سه سطح آبیاری دارای بیشترین مقدار ارتفاع گیاه بود که در تیمار دییم اختلاف معنی داری با تیمارهای مایکوریزا+کود شیمیایی و هم چنین کود زیستی مایکوریزا نداشت. بیشترین مقدار ارتفاع بوته نخود در تیمار دوبار آبیاری و مصرف کود شیمیایی به میزان ۶۱/۴ سانتی متر به دست آمد و تیمار استفاده از مایکوریزا+کود شیمیایی با ارتفاع ۵۴/۲ سانتی متر در رتبه بعدی قرار داشت (شکل ۱). گلدانی و همکاران (۱۳۷۹) گزارش کردند که ارتفاع بوته نخود در کاشت زمستانه نسبت به کاشت بهاره بیشتر بوده است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت ندارد. اگرچه عدم تشابه در ماده ژنتیکی مورد استفاده و شرایط محیطی متفاوت نتایج متناقض را توجیه می نماید، اما به نظر می رسد در کشت پاییزه به علت پایین بودن دما و رژیم رطوبتی بهتر گیاهان از رشد رویشی آهسته تر اما طولانی برخوردار بوده و ارتفاع بوته در مقایسه با کشت های دیرتر افزایش یافته است. از طرفی افزایش دما در کاشت بهاره سبب کوتاه شدن دوره رشدی گیاه شده و رشد رویشی و ارتفاع را کاهش داده است (Singh and Usha, 2004). نتایج به دست آمده از این تحقیق، حاکی از آن بود که استفاده از مایکوریزا باعث افزایش ارتفاع بوته گیاه نخود نسبت به شاهد گردید که با نتایج تحقیقات سایر محققین روی رازیانه، نعنای، گندم و شوید و لوبیا مطابقت داشت (Ardekani et al., 2000; Weisany et al., 2016). طاهری اشترینانی و فتحی (۱۳۹۵) افزایش ارتفاع بوته ذرت تحت تاثیر میکوریزا به همراه مصرف بهینه کود شیمیایی گزارش کرد. باکتری های محرک رشد از طریق مکانیسم های مختلفی همچون تولید هورمون های گیاهی مانند اکسین و جیبرلین و تولید آنزیم ACC دامیناز در گیاهان، در تحریک رشد و افزایش ارتفاع بوته گیاهان نقش ایفا می کنند (Glick et al., 2001).



شکل ۱: مقایسه میانگین تاثیر متقابل تیمارهای آبیاری تکمیلی و کوددهی با مایکوریزا و کود شیمیایی بر ارتفاع بوته نخود

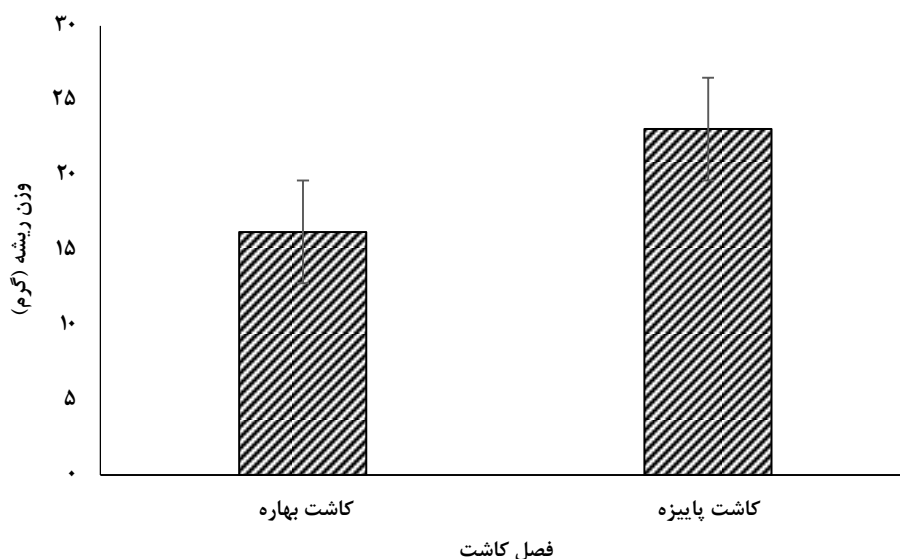
جدول ۲: تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای فصل کاشت، آبیاری تکمیلی، کوددهی و آثار متقابل آنها روی عملکرد و اجزای عملکرد نخود

میانگین مربعات													
منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	وزن ریشه	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	محتوای کلروفیل کل	نیترژن ریشه	فسفر ریشه	فسفر اندام هوایی
تکرار	۲	۲۶/۵	۴/۴	۱۶/۸	۳۰۹/۰	۴۱/۲	۱۴۴۷۱	۱۸۱۷۷	۵۹/۸	۰/۷۸۶	۰/۰۱ns	۰/۰۶**	۰/۰۴ns
فصل کاشت (S)	۱	۲۲۳/۲**	۲۲۳/۲**	۲۳۲/۳ns	۴۴۲۶/۴**	۲۳۲/۳ns	۱۰۶۵۳**	۱۰۶۵۳**	۲۸/۶**	۰/۴۵۳ns	۲/۸۶ns	۰/۰۴**	۰/۰۴۵**
خطا	۲	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۱۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲
آبیاری تکمیلی (I)	۲	۲۱۰/۹**	۷۵۷/۳**	۷۳۱/۱**	۸۸۳۰/۸**	۴/۳۵ns	۲۱۴۱۰**	۸۴۰۶۳۳**	۵۶/۹**	۰/۰۵۶*	۱۱/۰۶**	۰/۰۱۸**	۰/۰۱**
SxI	۲	۰/۶۸ns	۰/ns۶۸	۰/۶۸ns	۱۶/۸ns	۰/۶۸ns	۱۶۳/۰ns	۱۶۳/۰ns	۰/۳۷ns	۰/۰۱۳*	۰/۰۱ns	۰/۰۰ns	۰/۰۰ns
خطا	۸	۱۱/۲	۱۵/۷	۴۸/۵	۲۳۰/۷	۶/۳۰	۲۹۲۶۶	۱۹۸۹۶۶	۴/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰
کود (F)	۳	۲۴۶/۹**	۳۱۷/۱**	۶۶۳/۹**	۵۴۷۲/۷**	۴۲/۹**	۶۶۴۶۸۱**	۱۴۰۶۸۳**	۱۵۸/۴*	۰/۰۰۸**	۲/۴۴**	۰/۰۴۴**	۰/۰۰۷**
SxF	۳	۵/۵ns	۵/۵ns	۵/۵ns	۱۲۱/۷ns	۵/۴۹ns	۴۳۴/۸ns	۴۵۶۷/۸ns	۰/۰۶ns	۰/۰۱۳ns	۰/۰۴ns	۰/۰۰ns	۰/۰۰ns
SxIxF	۶	۲۹/۱*	۲۰۰/۳**	۲۴۶/۴**	۱۲۹۰/۵ns	۱۵/۵**	۵۷۷۵۲**	۱۱۶۷۵۰**	۱۷۵/۲*	۰/۰۵۶**	۰/۰۶**	۰/۰۳**	۰/۰۰۶**
خطا	۶	۰/۶۸ns	۰/۶۹ns	۰/۶۸ns	۱۶/۸ns	۰/۷۰ns	۵۹۷/۹ns	۶۱۲/۷ns	۰/۱۳ns	۰/۱۲ns	۰/۰۵ns	۰/۰۰ns	۰/۰۰ns
خطا	۳۶	۱۲/۳	۱۰/۵	۲۳/۳	۳۶۷/۱	۴/۱۳	۴۶۲۱۲	۸۱۸۴۱	۵۱/۵	۰/۰۰۰۱	۰/۰۹	۰/۰۰۶	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات	-	۶/۹	۱۶/۲	۱۳/۶	۱۸/۱	۷/۱	۱۴/۵	۷/۴	۱۸/۷	۱۰/۹	۱۴/۹	۲۵/۲	۱۴/۶

ns و \*\* و \*\*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و غیرمعنی دار

## وزن ریشه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تاثیر عوامل اصلی فصل کاشت، آبیاری تکمیلی و کوددهی و آثار متقابل آبیاری در کوددهی به صورت بسیار معنی داری صفت وزن ریشه نخود را تحت تاثیر قرار دادند و سایر انواع اثر متقابل بر روی این صفت معنی دار نبوده است (جدول ۲). همان طور که در شکل ۲ نشان داده شده است کاشت پاییزه نخود منجر به وزن بیشتر ریشه نسبت به کاشت آن در فصل بهار گردید که کاشت در پاییز افزایش ۲۹/۷ درصدی در وزن ریشه نخود نسبت به کاشت بهاره را نشان داد. ضمن اینکه مقایسه میانگین تاثیر متقابل تیمارهای آبیاری تکمیلی و کوددهی با مایکوریزا و کود شیمیایی بر وزن ریشه نخود نشان داد که اعمال تیمارهای آبیاری باعث افزایش وزن ریشه نخود نسبت به شرایط دیم شده و بیشترین مقدار وزن ریشه در تیمار دوبار آبیاری به دست آمد. در بین تیمارهای کودی در شرایط دیم، تیمار کود زیستی مایکوریزا دارای بیشترین مقدار وزن ریشه به میزان ۲۱/۱ گرم بود که اختلاف معنی داری با سایر تیمارهای کودی داشت. در سطح دو بار آبیاری، تیمار استفاده از کودهای شیمیایی + مایکوریزا دارای بیشترین مقدار وزن ریشه نخود بود (۳۲/۲ گرم) و تیمار استفاده از مایکوریزا با وزن ریشه برابر ۲۹/۱ گرم در رتبه بعدی قرار داشت (جدول ۳). در مجموع نتایج نشان داد که استفاده از تیمارهای کود زیستی مایکوریزا در شرایط دیم و همچنین آبیاری وزن ریشه نخود را بهبود بخشیده است و در نتیجه در افزایش کارایی مصرف آب نخود موثر بوده است. با توجه به تأثیری که این هورمون های رشد در افزایش رشد گیاهان زراعی دارند می توان اظهار داشت که این احتمال وجود دارد که با کاربرد گونه های مایکوریزا در گیاه نخود نیز، میزان تولید هورمون های رشدی (جیبرلین و سیتوکینین) افزایش پیدا کرده است و از این طریق، شرایط برای رشد و نمو بهتر و در نهایت تولید عملکرد بیشتر، فراهم شده باشد و تسریع در گلدهی نخود در آزمایش حاضر نیز ممکن است نتیجه این تأثیر مایکوریزا باشد، به طوری که قبلاً ذکر گردید، قارچ مایکوریزا باعث تحریک ترشح هورمون ها و افزایش جذب فسفر توسط گیاه می شود. لذا، با توجه به نقش اکسین در انگیزش ریشه های نابجا و همچنین نقش فسفر در بهبود ریشه زایی در گیاهان، افزایش وزن خشک ریشه ها می تواند ساده ترین استنباط از مکانیسم تأثیر قارچ مایکوریزا بر رشد گیاهان باشد (Druege, 2007). قارچ های مایکوریزا در طی دوره تنش خشکی با افزایش پتانسیل آب برگ، افزایش سرعت مصرف دی اکسید کربن (Amerian, 2001) نیز افزایش میزان جذب آب در واحد زمان و نیز گسترش ریشه های خارجی و تغییر مورفولوژی ریشه گیاهان، افزایش سطح جذب ریشه و انتقال مواد غذایی به ریشه قادر است اثرات تنش خشکی در گیاه را کاهش دهند (James et al., 2008).



شکل ۲: مقایسه میانگین تاثیر فصل کاشت بر وزن ریشه گیاه نخود

جدول ۳: مقایسه میانگین تاثیر متقابل تیمارهای آبیاری تکمیلی و کوددهی با مایکوریزا و کود شیمیایی بر برخی صفات

رشدی و عملکردی نخود

شاخص برداشت (%)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	تعداد غلاف در بوته	وزن ریشه (گرم)	تیمار
					کوددهی
					آبیاری
۳۲/۹d	۳۶۰۸/۴d	۲۶/۹c	۱۶/۷e	۱۷/۹e	شاهد
۳۱/۰۴d	۳۲۳۱/۸e	۲۸/۴b	۲۷/۰d	۲۱/۱cd	مایکوریزا
۴۷/۷a	۳۳۸۱/۰d	۲۸/۸b	۳۲/۸c	۱۶/۵e	کود شیمیایی
۳۶/۲c	۳۶۴۵/۱c	۲۸/۱b	۴۳/۱b	۱۰/۸f	مایکوریزا+کود
۳۷/۹c	۳۵۸۷/۶d	۲۷/۹b	۳۷/۴c	۲۸/۲b	شاهد
۴۱/۸b	۳۲۴۱/۸d	۲۸/۴b	۲۹/۹d	۱۷/۸e	مایکوریزا
۳۹/۲b	۳۸۶۱/۰c	۲۹/۴b	۴۲/۱b	۹/۲f	کود شیمیایی
۳۳/۴d	۳۵۷۸/۴d	۲۸/۱b	۳۳/۵c	۱۲/۱ef	مایکوریزا+کود
۳۶/۹c	۳۷۷۵/۲c	۲۶/۷c	۳۴/۰c	۲۰/۹d	شاهد
۳۶/۹c	۴۴۷۷/۶b	۲۷/۴b	۳۷/۲c	۲۹/۱c	مایکوریزا
۴۰/۷b	۴۳۸۵/۱b	۳۳/۹a	۴۴/۰b	۲۰/۵d	کود شیمیایی
۴۵/۵a	۵۵۱۵/۲a	۲۷/۷b	۴۸/۶a	۳۲/۲a	مایکوریزا+کود

میانگین های دارای حروف مشترک اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته

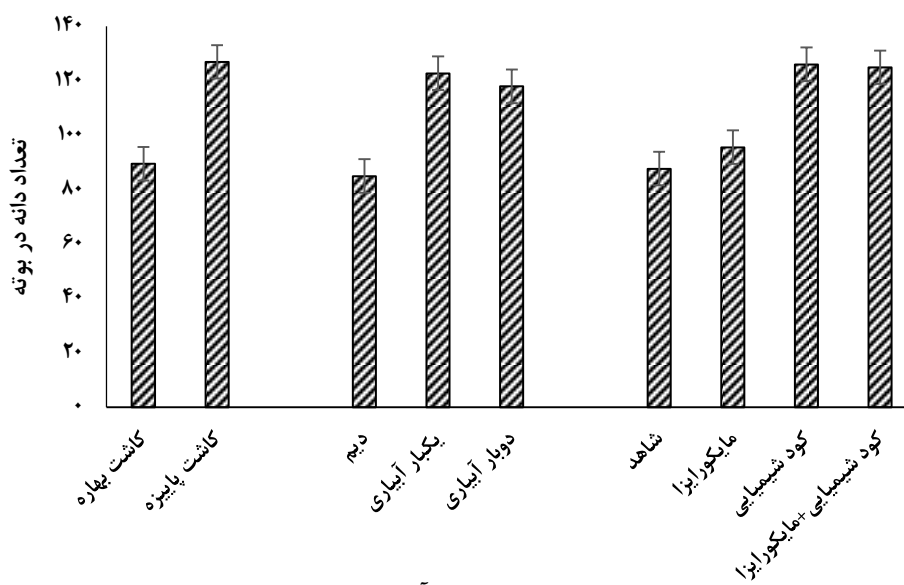
نتایج نشان داد که پارامترهای تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته به صورت معنی داری تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده قرار گرفتند و در بین تیمارهای مورد بررسی تاثیر ساده تیمارهای آبیاری تکمیلی و کوددهی و تاثیر متقابل

آبیاری تکمیلی در کوددهی بر تعداد غلاف در بوته و تاثیر ساده تیمارهای فصل کاشت، آبیاری تکمیلی و کوددهی بر صفت تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بودند ( $P < 0.01$ ) و تیمارهای اثر متقابل، تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول ۲). تعداد غلاف در بوته در تیمارهای کوددهی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر داشتند و در همه سطوح آبیاری، تیمار کوددهی با کود شیمیایی+ مایکورایز دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته بود و کمترین تعداد نیز در تیمار شاهد و عدم استفاده از کودهای زیستی و شیمیایی مشاهده شد. هم‌چنین اعمال تیمارهای آبیاری باعث افزایش تعداد غلاف در بوته نخود گردید و بیشترین تعداد در تیمار آبیاری تکمیلی به دست آمد. نتایج نشان داد که مصرف کودهای مایکوریزایی قابلیت افزایش افزایش تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته نخود را دارا می‌باشد و می‌تواند به عنوان جایگزین کودهای شیمیایی مطرح گردد، چنانکه توانست در تیمارهای آبیاری دیم نیز باعث افزایش تعداد غلاف در بوته نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف کود) گردد (جدول ۳). نتایج نشان می‌دهد که کاشت پاییزه باعث افزایش تعداد دانه در بوته نسبت به کاشت بهاره شده است و تعداد دانه در غلاف را به میزان ۲۹/۵ درصد افزایش داد. هم‌چنین تیمارهای آبیاری تکمیلی باعث افزایش معنی‌دار تعداد دانه در بوته نسبت به شرایط دیم گردید و بیشترین تعداد دانه در بوته در تیمار یکبار آبیاری به دست آمد. در بین تیمارهای کودی نیز مصرف کودزیستی مایکورایز+ کود شیمیایی و تیمار مصرف کود شیمیایی دارای بیشترین تعداد دانه در بوته بود و کمترین تعداد در تیمار شاهد عدم مصرف کود به تعداد ۸۷ عدد به دست آمد (شکل ۳). احتمالاً افزایش درجه حرارت همراه با تنش خشکی در طی دوره گلدهی باعث کوتاه شدن دوره گلدهی و در نتیجه کاهش تعداد گلها می‌شود. به نظر می‌رسد افزایش تعداد غلاف در تاریخ کاشت اول به علت طولانی شدن دوره رشد رویشی و افزایش زیست توده گیاه باشد که منجر به اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتر به غلاف و ماندگاری بیشتر آن شده است. حمزه‌ئی و سیدی (۱۳۹۴) مشاهده نمودند که کمبود رطوبت در طول دوره گلدهی، حتی اگر در مرحله تشکیل دانه (که مرحله ای پس از مرحله گلدهی می‌باشد) آبیاری انجام شود میزان عملکرد گیاه را از طریق کاهش تعداد غلاف در بوته کاهش داد.

### وزن دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر تیمار کوددهی و تاثیر متقابل آن با آبیاری تکمیلی بر وزن ۱۰۰-دانه نخود معنی‌دار ( $P < 0.01$ ) و سایر آثار عوامل اصلی و متقابل بر روی این صفت غیرمعنی‌دار بودند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تاثیر متقابل تیمارهای آبیاری تکمیلی و کوددهی با مایکوریزا و کود شیمیایی بر وزن صد دانه نخود در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد که اعمال تیمار دوبار آبیاری باعث افزایش معنی‌دار وزن صد دانه نخود نسبت به تیمارهای یکبار آبیاری و دیم گردید و تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای دیم و یکبار آبیاری مشاهده نشد. در تیمارهای یکبار آبیاری و دیم، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای کودی وجود نداشت، اما اعمال تیمارهای مایکوریزا باعث افزایش وزن صد دانه

گردید. در تیمار دو بار آبیاری بیشترین مقدار وزن صد دانه در تیمار مصرف کود زیستی مایکورایز به میزان ۳۹/۴ گرم به- دست آمد که اختلاف معنی داری با تیمار مصرف کود شیمیایی+ مایکورایز (۳۸/۷ گرم) نداشت (جدول ۳). گیاه نخود در مرحله گلدهی و تشکیل غلاف، نسبت به تنش رطوبت بسیار حساس است. تنش رطوبت در مرحله گلدهی باعث عقیم شدن گل‌ها و عدم تکامل بذرها شده و نهایتاً وزن صد دانه و عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این آزمایش به همین دلیل تعداد غلاف، تعداد دانه، شاخص برداشت و در نتیجه عملکرد دانه کاهش پیدا کرده است. بالا بودن وزن صد دانه می‌تواند ناشی از افزایش طول دوره پر شدن یا افزایش سرعت پر شدن و یا هر دو باشد. در کاشت اول به علت فصل رشد طولانی‌تر احتمال اثر هر دو عامل بر افزایش وزن دانه وجود داشته است (Karami et al., 2018).



اثرات ساده تیمارهای فصل کاشت، آبیاری تکمیلی و کوددهی

شکل ۳- مقایسه میانگین تیمارهای فصل کاشت، آبیاری تکمیلی و کوددهی بر تعداد دانه در بوته نخود

### عملکرد دانه

عملکرد دانه به صورت معنی داری تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه قرار گرفت و تیمارهای فصل کاشت، آبیاری تکمیلی و هم‌چنین کوددهی به صورت معنی داری مقدار عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار دادند و تأثیر متقابل تیمار آبیاری تکمیلی در کوددهی نیز بر روی عملکرد دانه معنی دار بود و سایر آثار متقابل معنی دار نبودند ( $P < 0.01$ ) (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تأثیر فصل کاشت روی عملکرد دانه نشان داد که عملکرد دانه در کاشت پاییزه نخود به مقدار ۳۲ درصد بیشتر از کاشت بهاره بوده و کاشت در فصل پاییز به لحاظ شرایط رشد طولانی‌تر موجب عملکرد دانه بیشتر گردیده است

(شکل ۴). مقایسه میانگین تاثیر متقابل تیمارهای آبیاری تکمیلی و کوددهی با مایکوریزا و کود شیمیایی بر عملکرد دانه نخود نشان داد که در تمامی تیمارهای کوددهی، کمترین عملکرد دانه در تیمار دیم به دست آمد و بالاترین عملکرد دانه نیز به تیمار دو بار آبیاری اختصاص داشته است. در بین تیمارهای کودی نیز علی‌رغم تفاوت غیرمعنی‌دار تیمارهای مایکوریزا و کود شیمیایی، بیشترین عملکرد دانه در تیمارهای مصرف همزمان کود شیمیایی + مایکوریزا به دست آمد. بر این اساس، بیشترین مقدار عملکرد دانه در تیمار کود شیمیایی + مایکوریزا و دوبار آبیاری به میزان ۲۴۹۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (شکل ۵). تنش خشکی خصوصاً بعد از ورود گیاه به مرحله زایشی، به رشد و عملکرد گیاه آسیب زیادی به‌ویژه اگر با دمای زیاد همراه باشد، وارد ساخته و موجب تسریع پیری، کاهش دوره پر شدن دانه‌ها و وزن دانه و در نهایت کاهش عملکرد دانه می‌گردد. شرایط کم آبی باعث کاهش غلظت بیشتر عناصر غذایی می‌گردد، اما تلقیح گیاهان با قارچ مایکوریزا قادرند اثرات نامطلوب تنش خشکی را در گیاهان تعدیل کنند، به طوری که قارچ مایکوریزا از طریق انتشار میسلیوم‌های خارجی خود در منافذ ریز خاک که امکان ورود ریشه‌های موئین برای جذب آب وجود ندارد، آب و عناصر غذایی را جذب و به گیاه منتقل می‌کند و در نتیجه باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد (Sajedi and Rejali, 2011). مایکوریزایی گیاهان از طریق افزایش سطح برگ و افزایش مقدار تثبیت دی‌اکسیدکربن به ازای واحد وزن برگ می‌توانند سرعت فتوسنتز خود را افزایش دهند تا نیازهای همزیست خود را تامین نمایند (Copetta *et al.*, 2006). در مطالعه‌ای بر روی سویا تنش رطوبتی طی رشد زایشی، پیری را تسریع نموده و از این طریق دوره پر شدن دانه را کوتاه می‌کند (Maleki *et al.*, 2013). محققان گزارش کردند که در تلقیح بذر با مایکوریزا همراه با کود شیمیایی عملکرد، ماده خشک و جذب NPK توسط گیاه نسبت به شاهد افزایش یافت (Karami *et al.*, 2018). به نظر می‌رسد مایکوریزا در شرایط تنش باعث افزایش طول ریشه شده و زمینه لازم برای افزایش جذب آب و مواد غذایی را فراهم نموده و موجب کاهش زیان وارده به مجموعه فتوسنتزی گیاه در شرایط تنش رطوبتی شده و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری را در جهت توسعه اندام‌های زایشی اختصاص یافته و نهایت افزایش وزن دانه گردیده و به تبع افزایش وزن دانه، عملکرد دانه نیز افزایش می‌یابد (Lonbani and Arzani, 2011; Karami *et al.*, 2018).

### عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

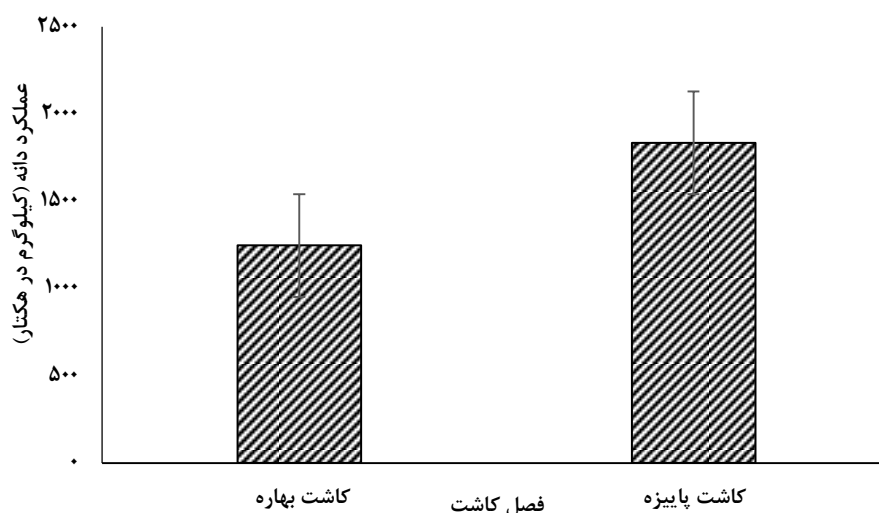
تاثیر تیمارهای اصلی فصل کاشت، آبیاری تکمیلی و کوددهی و همچنین اثر متقابل تیمارهای آبیاری تکمیلی در کوددهی بر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار بودند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کاشت نخود در پاییز موجب افزایش عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نخود نسبت به کاشت بهاره شده که به ترتیب افزایش ۲۴/۹ و ۲۶/۱ درصدی در کشت پاییزه نسبت به کشت بهاره را داشته است (جدول ۴). مقایسه میانگین تاثیر متقابل

تیمارهای آبیاری تکمیلی و کوددهی با مایکوریزا و کود شیمیایی بر عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نخود نشان داد که تیمارهای دو بار آبیاری و استفاده از کود شیمیایی + مایکوریزا به بیشترین عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به ترتیب برابر ۵۱۱۵/۲ کیلوگرم در هکتار و ۴۵/۵ درصد انجامیده است. کمترین مقدار این صفات نیز در تیمارهای شاهد عدم مصرف کود و شرایط دیم به اختصاص داشت (جدول ۳). در مطالعه قبلی بر روی صفات زراعی نخود با آبیاری تکمیلی اعلام معلوم شده بود که آبیاری تکمیلی موجب افزایش عملکرد زیستی گردیده (کریمی و فرنی، ۱۳۸۸) که با نتایج مطالعه حاضر در تطابق بوده است. آبیاری در هر دو مرحله غلافدهی و گلدهی به لحاظ افزایش رطوبت موجود در خاک در مهمترین مراحل زایشی گیاه نخود موجب پتانسیل اسمزی آب موجود در اندامهای گیاه به ویژه مناطق فعال از لحاظ فتوسنتزی شده و در نتیجه نمو و رشد بهینه و ایجاد شاخه های جانبی و افزایش ارتفاع بوته را به دنبال دارد که در نهایت به افزایش عملکرد بیولوژیک می انجامد (حمزه‌ئی و سیدی، ۱۳۹۴). از عمده عوامل احتمالی کاهش وزن خشک در مرحله رویشی بر اثر تنش رطوبتی، می توان به کاهش فتوسنتز حقیقی، کاهش شاخص سطح برگ گیاه و تحریک ورود به مرحله زایشی اشاره کرد (شعبان و همکاران، ۱۳۹۰). قارچ‌های مایکوریزا یکی از انواع کودهای زیستی بوده که دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی می باشند و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی مانند فسفر، نیتروژن و برخی عناصر ریزمغذی، افزایش جذب آب، افزایش مقاومت در برابر تنش های زنده (عوامل بیماری‌زا) و غیرزنده (خشکی، شوری) سبب بهبود رشد، نمو و عملکرد گیاه میزبان می شوند (Sainz et al., 1998). کاربرد گونه‌های مختلف قارچ مایکوریزا در شرایط تنش خشکی ممکن است از طریق افزایش سطح جذب ریشه‌ها (نفوذ میسلیوم قارچ‌ها و افزایش سطح تماس با خاک) موجب افزایش دسترسی گیاه نخود به آب و مواد غذایی شده و از این طریق، افزایش وزن خشک اندام‌های مختلف و عملکرد گیاه را باعث گردیده باشد (Sylvia and Williams, 1992). چنین استنباط می‌شود که همزیستی قارچ مایکوریزا با ریشه گیاه نخود ممکن است از طریق افزایش جذب آب و عناصر غذایی، باعث افزایش فتوسنتز گیاه شده و از این طریق موجب بهبود رشد گیاه گردیده باشد. استفاده از قارچ مایکوریزا، سرعت رشد گیاه را افزایش داده و بر تخصیص و انتقال مواد بین ریشه و ساقه اثر می‌گذارد، به طوری که از طریق افزایش جذب عناصر غذایی و انتقال آن‌ها، افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی را موجب می‌شود (Ortas, 1996). هم‌چنین مشخص گردید که در اثر تلقیح گیاه اکالیپتوس با قارچ مایکوریزا، غلظت نیتروژن در برگ نسبت به شرایط عدم تلقیح افزایش یافت (Arriagada et al., 2007). با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، می‌توان اظهار داشت که احتمالاً کاربرد قارچ مایکوریزا، میزان جذب نیتروژن در گیاه را بهبود بخشیده و از این طریق سبب افزایش رشد، نمو و مقدار کلروفیل برگ و متعاقب آن، افزایش میزان فتوسنتز و ماده سازی و در نهایت، افزایش عملکرد گیاه شده باشد. تحقیقات نشان داده است که تاخیر در کاشت سبب کاهش شاخص

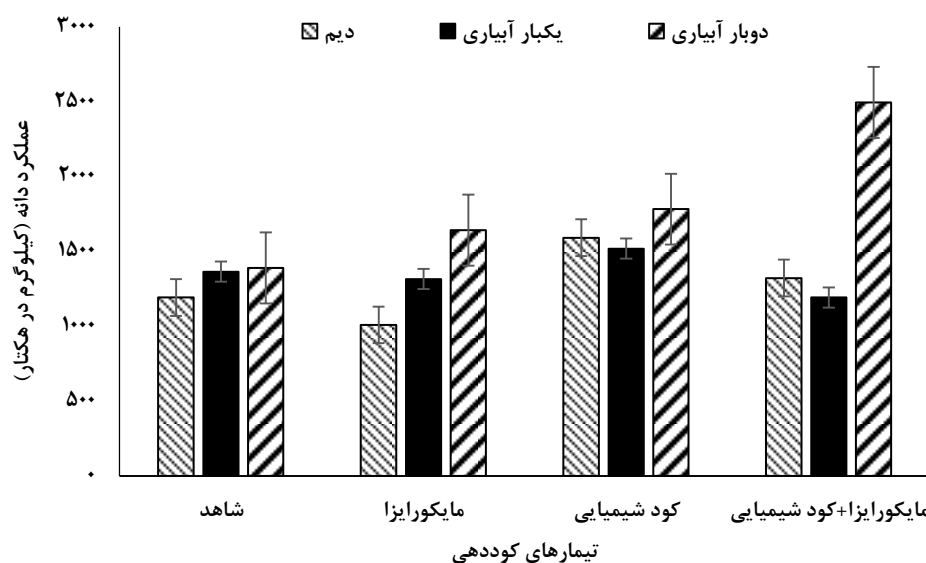
برداشت می‌شود و علت آن را قرار گرفتن گیاهان در معرض درجه حرارت‌های بالا و در نتیجه کاهش دوره رشد رویشی و زایشی گیاه گزارش کرده‌اند (گلدانی و همکاران، ۱۳۷۹). قابل ذکر است که نه تنها این نتایج با گزارش گلدانی و همکاران (۱۳۷۹) در شرایط ایران بلکه با یافته‌های Tuba Bicer و همکاران (۲۰۰۴) که در شرایط ترکیه در نخود اجرا شده است هماهنگی داشته است.

جدول ۴: مقایسه میانگین تاثیر عامل اصلی فصل کاشت بر عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت نخود

فصل کاشت	عملکرد بیولوژیکی (kg/ha)	شاخص برداشت (%)
بهاره	۳۲۴۷/۹b	۳۴/۷۲b
پاییزه	۴۳۲۵/۸a	۴۷/۰۱a



شکل ۴: مقایسه میانگین اثر ساده فصل کاشت بر عملکرد دانه نخود



شکل ۵: مقایسه میانگین تاثیر متقابل تیمارهای آبیاری تکمیلی و کوددهی با مایکوریزا و کود شیمیایی بر عملکرد دانه نخود

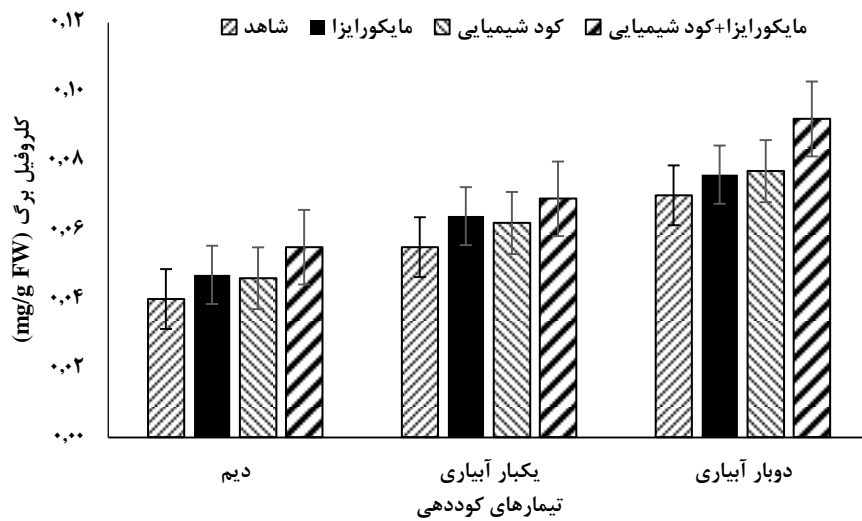
## محتوای کلروفیل کل

نتایج نشان داد که تیمارهای آبیاری تکمیلی و کوددهی و همچنین آثار متقابل فصل کشت در آبیاری تکمیلی و آبیاری در کوددهی به صورت معنی داری محتوای کلروفیل کل برگ های نخود را در دو فصل کاشت متفاوت تحت تاثیر قرار دادند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تاثیر متقابل آبیاری تکمیلی در کوددهی بر مقدار کلروفیل برگ نشان داد که اعمال تیمارهای آبیاری تکمیلی باعث افزایش معنی دار مقدار کلروفیل برگ نخود گردید و بیشترین کلروفیل برگ در تیمارهای دو بار آبیاری به دست آمد. در بین تیمارهای کوددهی نیز تفاوت معنی داری بین تیمارهای کوددهی مایکوزیبا و کود شیمیایی به تنهایی وجود نداشت، اما مصرف توام این کودها به صورت معنی داری مقدار کلروفیل برگ را نسبت به شاهد (عدم مصرف هر گونه کود) افزایش داد و بیشترین محتوی کلروفیل کل برگ در تیمار دوبار آبیاری و مصرف همزمان مایکوزیبا و کود شیمیایی به مقدار ۰/۰۹۲ میلی گرم بر گرم وزن تر به دست آمد که افزایش ۵۶/۵ درصدی نسبت به تیمار دیم و عدم مصرف کود را نشان داد (شکل ۶). تحت شرایط تنش خشکی به موجب تنش اسمزی نه تنها موجب خسارت به کلروپلاست‌ها به ویژه ساختار تیکولوئیدی آن می‌شود، بلکه بیوسنتز کلروپلاست را هم مختل می‌نماید (Paknejad *et al.*, 2007). از طرفی جذب و ساخت گیاه در شرایط تنش خشکی به میزان زیادی توسط دو عامل اصلی سطح برگ و فتوسنتز در هر واحد سطح برگ کنترل می‌شود، در شرایط کمبود آب، افزایش میزان آبسزیک اسید از طریق کاهش میزان تکثیر سلول در مریستم برگ و کاهش فعالیت‌های حل‌کنندگی دیواره سلولی که لازمه طویل شدن برگ می‌باشد از افزایش سطح برگ و بنوبه خود تعداد کلروپلاست‌های را قویا کاهش می‌دهد (Banziger *et al.*, 2000). Gholami و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند افزایش سطح برگ ناشی از تیمارهای کود زیستی می‌تواند به دلیل تولید هورمون‌های گیاهی و افزایش دسترسی عناصر غذایی باشد. Hosseinzadeh و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کردند که مقدار رنگدانه‌های فتوسنتزی گیاه گندم در اثر تلقیح با کودهای زیستی به‌طور معنی داری افزایش یافته است.

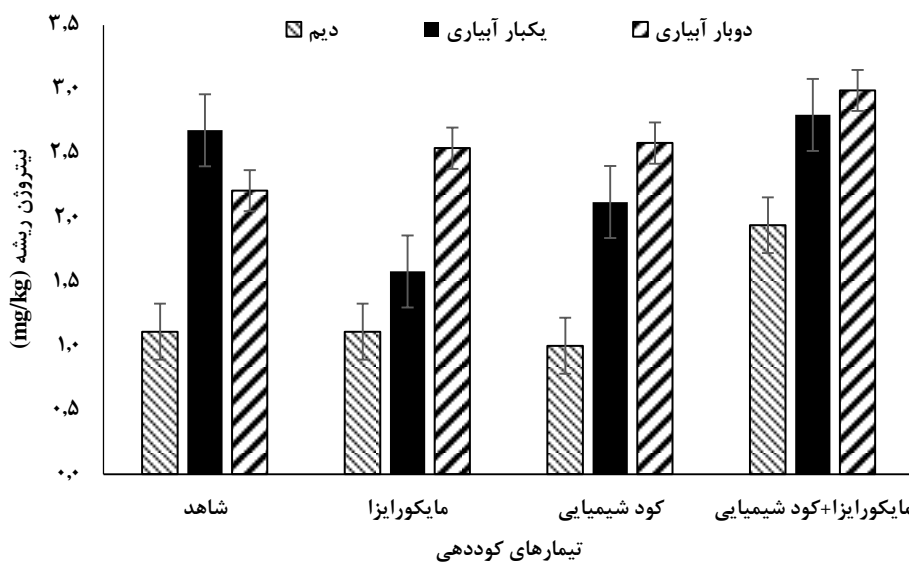
## نیترژن ریشه و اندام هوایی

مقدار نیترژن ریشه و اندام هوایی نخود به صورت معنی داری تحت تاثیر تیمارهای مورد بررسی قرار گرفت. اثر ساده آبیاری تکمیلی و اثر متقابل آبیاری در کوددهی بر روی مقدار نیترژن ریشه و تاثیر ساده فصل کاشت، آبیاری تکمیلی، کوددهی، اثر متقابل آبیاری در کوددهی، فصل کاشت در کوددهی و اثر متقابل سه‌گانه آبیاری در فصل کاشت در کوددهی بر مقدار نیترژن اندام هوایی معنی دار بود ( $P < 0.01$ ) (جدول ۲). مقایسه میانگین تاثیر متقابل تیمارهای آبیاری تکمیلی و کوددهی با مایکوزیبا و کود شیمیایی بر مقدار نیترژن ریشه نخود نشان داد که تیمارهای کود شیمیایی + مایکوزیبا در همه سطوح آبیاری دارای بیشترین مقدار نیترژن در اندام ریشه ای بود و تیمار مایکوزیبا و کود شیمیایی در سطح دو بار

آبیاری اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند. مقدار نیتروژن در تیمارهای دو بار آبیاری اختلاف معنی داری با دو سطح دیگر آبیاری داشت. بر این اساس بیشترین مقدار نیتروژن ریشه‌ای در تیمار دو بار آبیاری و مصرف مایکوریزا+ کود شیمیایی به میزان ۲/۹۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم به دست آمد و همین تیمار کودی در تیمار یکبار آبیاری در رتبه بعدی قرار داشت. هم‌چنین نتایج نشان داد که در همه تیمارهای کودی کمترین مقدار نیتروژن در شرایط دیم به دست آمد (شکل ۷).

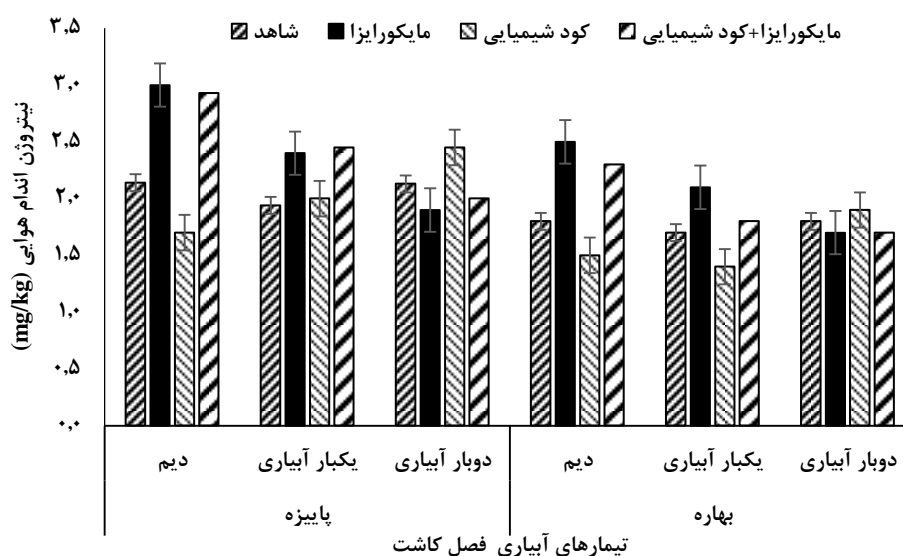


شکل ۶: مقایسه میانگین تاثیر متقابل تیمارهای آبیاری تکمیلی و کوددهی با مایکوریزا و کود شیمیایی بر مقدار محتوای کلروفیل کل



شکل ۷: مقایسه میانگین تاثیر متقابل تیمارهای آبیاری تکمیلی و کوددهی با مایکوریزا و کود شیمیایی بر مقدار نیتروژن ریشه نخود

نتایج نشان داد که مقدار نیتروژن اندام هوایی در کشت پاییزه نسبت به کشت بهاره بیشتر بوده و کشت دیرتر در بهار منجر به کاهش مقدار نیتروژن در اندام هوایی نخود گردید. تیمارهای مصرف مایکوریزا و همچنین مصرف ترکیبی کودهای مایکوریزا+ کود شیمیایی نیز منجر به افزایش مقدار نیتروژن در اندام هوایی نخود گردید (شکل ۸). شعبان (۱۳۹۰) افزایش نیتروژن ریشه در گیاه سویا در یکبار آبیاری گزارش کرد.



شکل ۸: مقایسه میانگین تاثیر متقابل تیمارهای آبیاری تکمیلی و کوددهی با مایکوریزا و کود شیمیایی بر مقدار نیتروژن اندام هوایی نخود در طی دو فصل کاشت پاییزه و بهاره

### فسفر ریشه و اندام هوایی

مقدار فسفر ریشه و اندام هوایی به صورت معنی داری تحت تاثیر تیمارهای مورد مطالعه قرار گرفت و تیمارهای فصل کاشت، آبیاری تکمیلی و همچنین کوددهی به صورت معنی داری مقدار فسفر ریشه و اندام هوایی را تحت تاثیر قرار دادند و تاثیر متقابل تیمار آبیاری تکمیلی در کوددهی نیز بر روی مقدار فسفر ریشه و اندام هوایی معنی دار بود و سایر اثرات متقابل معنی دار نبودند ( $P < 0.01$ ) (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تاثیر ساده فصل کاشت و تاثیر متقابل تیمارهای آبیاری تکمیلی و کوددهی با مایکوریزا و کود شیمیایی بر مقدار فسفر ریشه و اندام هوایی نخود نشان داد که کاشت پاییزه نخود باعث افزایش مقدار فسفر ریشه‌ای و اندام هوایی نخود گردید و بیشترین مقدار فسفر ریشه و اندام هوایی در کاشت پاییزه به ترتیب برابر ۰/۳۹ و ۰/۲۷ میلی گرم بر کیلوگرم به دست آمد که افزایش به ترتیب ۳۵/۹ و ۳۳/۳ درصدی نسبت به کاشت پاییزه را نشان داد. همچنین نتایج نشان داد که تیمارهای دوبار آبیاری و استفاده از کودهای شیمیایی و کود زیستی مایکوریزا باعث افزایش مقدار فسفر در ریشه و اندام هوایی گردید، به طوری که بیشترین مقدار فسفر ریشه و

اندام هوایی به ترتیب به میزان ۰/۴۲ و ۰/۳۰ میلی گرم بر کیلوگرم در تیمارهای دوبار آبیاری و کود شیمیایی و دوبار آبیاری و کود زیستی مایکوریزا به دست آمد (جدول ۵). Turk و همکاران (۲۰۰۶) اظهار نمودند که نقش اساسی قارچ‌های مایکوریزا تأمین فسفر برای گیاه است. فسفر در خاک عنصری فوق العاده کم تحرک است، به طوری که حتی اگر فسفر به شکل محلول به خاک اضافه شود به سرعت در اشکال فسفات کلسیم یا دیگر اشکال تثبیت شده و به صورت غیر متحرک درمی آید، لذا قارچ‌های مایکوریزا در افزایش جذب مواد معدنی به ویژه فسفر و تجمع ماده خشک بسیاری از محصولات در خاک‌های با فسفر کم، تأثیر مثبت دارند. تلقیح ریشه گیاهان با مایکوریزا از طریق افزایش سطح جذب و با افزایش ناحیه تخلیه فسفر به وسیله هیف‌های خارجی، این عنصر را در اختیار گیاه قرار می‌دهد (Peterso and Massicotte, 2004). حلالیت فسفر به وسیله آزادسازی اسیدهای آلی، آنزیم فسفاتاز و متابولیت اختصاصی نظیر سیدروفورها انجام می‌شود (Shenoy and Kalagudi, 2005). مایکوریزا از طریق مکانیسم‌های غیرمستقیم شامل اثر بر ویژگی ریزوسفر مانند تغییر pH و الگوی سیستم ریشه‌ای می‌تواند بر رشد گیاهان مؤثر باشد در یک تحقیق، تلقیح گیاه شبدر با قارچ مایکوریزا به طور معنی‌داری باعث افزایش رشد اندام هوایی و هم‌چنین افزایش غلظت و محتوی فسفر گیاه شبدر گردید (اصغری، ۱۳۸۶). در گیاه سویا نیز تلقیح مایکوریزا محتوی فسفر گیاه را در سطوح پایین کود فسفر به طور معنی‌داری افزایش داد (Wang et al., 2011). Tavasolee و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کردند تلقیح مایکوریزا محتوی فسفر گیاه نخود را به طور معنی‌داری افزایش داد.

### جدول ۳: مقایسه میانگین تاثیر ساده فصل کاشت و تاثیر متقابل تیمارهای آبیاری تکمیلی و

#### کوددهی با مایکوریزا و کود شیمیایی بر مقدار فسفر ریشه و اندام هوایی نخود

تیمار	فسفر ریشه (mg/kg)	فسفر اندام هوایی (mg/kg)
فصل کاشت		
بهاره	۰/۲۵b	۰/۱۸b
پاییزه	۰/۳۹a	۰/۲۷a
آبیاری تکمیلی		
دیم		
کوددهی شاهد	۰/۲۶d	۰/۱۹de
مایکوریزا	۰/۳۴b	۰/۱۹de
کود شیمیایی	۰/۳۶b	۰/۲۵b
مایکوریزا+کود شیمیایی	۰/۴۱a	۰/۱۹de
یکبار آبیاری		
شاهد	۰/۲۵d	۰/۲۲d
مایکوریزا	۰/۳۰c	۰/۲۴c
کود شیمیایی	۰/۲۶d	۰/۲۴c
مایکوریزا+کود شیمیایی	۰/۴۱a	۰/۲۹a
دوبار آبیاری		
شاهد	۰/۲۳e	۰/۲۰d
مایکوریزا	۰/۲۶d	۰/۲۷b
کود شیمیایی	۰/۴۲a	۰/۲۲d
مایکوریزا+کود شیمیایی	۰/۲۴e	۰/۲۶b

میانگین های دارای حروف مشترک اختلاف معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

## نتیجه گیری

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای آبیاری تکمیلی، کوددهی و آثار متقابل تیمارهای آبیاری تکمیلی در کوددهی به صورت معنی داری ویژگی های رشدی، عملکرد دانه، اندازه ریشه و اندام هوایی نخود را تحت تاثیر قرار دادند. بیشترین مقدار ارتفاع بوته نخود در تیمار دوبار آبیاری و مصرف کود شیمیایی به میزان ۶۱/۴ سانتی متر به دست آمد و تیمار استفاده از مایکورایز + کود شیمیایی با ارتفاع ۵۴/۲ سانتی متر در رتبه بعدی قرار داشت. کاشت پاییزه نخود منجر به وزن بیشتر ریشه نسبت به کاشت آن در فصل بهار گردید که کاشت در پاییز افزایش ۲۹/۷ درصدی در وزن ریشه نخود نسبت به کاشت بهاره را نشان داد. تعداد غلاف در بوته در تیمارهای کوددهی اختلاف معنی داری با یکدیگر داشتند و در همه سطوح آبیاری، تیمار کوددهی با کود شیمیایی + مایکورایز دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته بود و کمترین تعداد نیز در تیمار شاهد و عدم استفاده از کودهای زیستی و شیمیایی مشاهده شد. همچنین اعمال تیمارهای آبیاری باعث افزایش تعداد غلاف در بوته نخود گردید و بیشترین تعداد در تیمار آبیاری تکمیلی به دست آمد. در تیمار دو بار آبیاری بیشترین میزان وزن ۱۰۰-دانه در تیمار مصرف کود زیستی مایکورایز به میزان ۳۹/۴ گرم به دست آمد که اختلاف معنی داری با تیمار مصرف کود شیمیایی + مایکورایز نداشت. در مجموع نتایج نشان داد که کشت پاییزه نخود همراه با استفاده ترکیبی از کودهای شیمیایی به همراه کود زیستی مایکورایز و آبیاری تکمیلی در دو مرحله دارای قابلیت ارتقا و بهبودی عملکرد و اجزای عملکردی نخود داشته و می تواند به عنوان گزینه مدیریتی در کشت نخود در شرایط محیطی مشابه با شرایط مطالعه حاضر مورد استفاده قرار گیرد.

## منابع

- اصغری، ح. ر. ۱۳۸۶. بررسی اثر همزیستی قارچ میکوریزا با گیاه شبدر در میزان فسفر قابل دسترس خاک. دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج. صص ۱۲۳-۱۲۲.
- انصاری، م. ح.، اسدی رحمانی، ه.، مظاهری، ر. و رضازاده، ب. ۱۳۹۶. اثر منابع مختلف نیتروژن بر جذب و انتقال نیتروژن در لوبیا محلی گیلان در زراعت ارگانیک. نشریه علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی. انشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۹ (۳۵): ۳۸-۲۱.
- پور نجف، م. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر آبیاری تکمیلی و سطوح کود نیتروژنه و تلقیح با باکتری ریزوبیوم بر عملکرد و کیفیت دو رقم نخود در شرایط دیم. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی. دانشگاه زنجان، ۱۴۵ صفحه.
- حمزهئی ج. و سیدی، م. ۱۳۹۴. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جو به آبیاری تکمیلی در شرایط دیم. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۳ (۴): ۱۶۸-۱۵۹.

شعبان، م.، منصورى فر، س.، قبادى، م. و اشرفى پارچین، ر. ۱۳۹۰. اثر تنش خشكى و كود نیتروژن آغازگر بر خصوصیات ریشه و عملکرد چهار ژنوتیپ نخود (*Cicer arietinum* L.). مجله بذر و نهال. ۲ (۳): ۴۷۰-۴۵۱.

شوقى كلخوران، س.، قلاوند، ا.، مدرس ثانوى، س. ع. م. و اكبرى، پ. ۱۳۸۹. اثر نوع كود نیتروژن و مصرف كود زیستی بر عملکرد و کیفیت آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.). نشریه علوم زراعى ایران. ۱۲ (۴): ۴۸۱-۴۶۷.

طاهرى اشترینانى، ف. و فتحى، ا. ۱۳۹۵. تاثیر ميكوریز و فسفر با مصرف سالیسیلیك اسید بر برخى صفات ذرت. مجله اكوفیزیولوژی گیاهان زراعى و علف های هرز. ۱۰ (۳): ۶۶۸-۶۵۷.

كريمى، ب. و فرنىا، ا. ۱۳۸۸. بررسی صفات زراعى، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود دیم با آبیاری تکمیلی. مجله دانش کشاورزی. ۱۷: ۸۳-۹۰.

گلدانى، م.، باقرى، ع. و نظامى، ا. ۱۳۷۹. تأثیر تاریخهای كاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط آب و هوایی مشهد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعى، ۷ (۱): ۳۳-۲۳.

ملكى، ع.، حیدرى مقدم، ع.، سیادت، س. ع.، طهماسبى، ا. و فتحى، ا. ۱۳۹۰. اثر آبیاری تکمیلی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین دانه سه رقم نخود دیم در ایلام. اكوفیزیولوژی گیاهان زراعى. ۵ (۱۹): ۷۸-۶۵.

میرزایی، ا.، ناصرى، ر.، تراب میرى، س. م.، سلیمانى فرد، ع.، فتحى، ا. ۱۳۹۶. واكنش عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعى (*Cicer arietinum* L.) به کاربرد باكتريهای افزاینده رشد گیاه و كود شیمیایی نیتروژن در شرایط دیم. اكوفیزیولوژی گیاهان زراعى. ۱۱ (۴): ۷۹۰-۷۷۵.

**Amerian, M. R., Stewart, W. S. and Griffiths, H. 2001.** Effect of two species of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, assimilation and leaf water relations in maize (*Zea mays*). *Annals of Applied Biology*. 63: 71-76.

**Ardekani, M., R., Mazaheri, D., Majed, F. and Mohammadi, G.H. 2000.** Efficacy of mycorrhiza and phosphorus *Asrptvmays* at different levels and the impact of their application on yield and qualities of wheat. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 22: 28-17.

**Arriagada, C.A., Herrera, M.A. and Ocampo, J.A. 2007.** Beneficial effect of saprobe and arbuscular mycorrhizal fungi on growth of *Eucalyptus globulus* co-cultured with *Glycine max* in soil contaminated with heavy metals. *Journal of Environmental Management*. 84(5): 93-99.

**Banziger, M., Edmeades, G.O., Beck, D. and Bellon, M. 2000.** Breeding for drought and nitrogen stress tolerance in maize, from theory to practice. CIMMYT, Mexico DF.

**Copetta, A., Lingua, G. and Berta, G. 2006.** Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. *Genovese*. *Mycorrhiza*. 16(7): 485-494.

**Druege, U., Baltruschat, H. and Franken, P. 2007.** Piriformospora indica promotes adventitious root formation in cuttings. *Scientia Horticulturae*. 112: 422-426.

**Fathi, A. and Tari, D. B. 2016.** Effect of drought stress and its mechanism in plants. *International Journal of Life Sciences*. 10(1): 1-6.

**Fathi, A and Kardoni, F. 2020.** The importance of quinoa (*Quinoa Chenopodium* willd.) cultivation in developing countries: A review. *Cercetari Agronomice in Moldova*. 3 (183): 337-356.

**Gholami, S., Shahsavani, A. and Nezarat, S. 2009.** The effect of plant growth promoting Rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *World Academy of Science, Engineering Technology*. 49: 19- 24.

**Glick, B. R., Penrose, D. and Wendo, M. 2001.** Bacterial promotion of plant growth. *Biotechnology Advancement*. 19: 135-138.

**Heydari, M. M., and Maleki, A. 2014.** Effect of phosphorus sources and mycorrhizal inoculation on root colonization and phosphorus uptake of barley (*Hordeum vulgare* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 3(8): 235-248.

**Hosseinzadeh, F., Sate, A. and Ramezanzpour, M.R. 2011.** Effects of Mycorrhiza and plant growth promoting rhizobacteria on growth, nutrients uptake and physiological characteristics in *Calendula Officinalis* L. *Middle East Journal of Scientific Research*. 8(5): 947- 953.

**James, B., Rodel, D., Loretto, U., Reynaldo, E. and Tariq, H. 2008.** Effect of vesicular arbuscular mycorrhiza (VAM) fungi inoculation on coppicing ability and drought resistance of *Senna Spectabilis*. *Pakistan Journal of Botany*. 40(5): 2217-2224.

**Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K. G. 2004.** Improved growth and essential oil yield and quality in (*Foeniculum vulgare* L. Mill) on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. *Bioresource Technology*. 93 (3): 307-311.

**Karami, H., Maleki, A., Fathi, A. 2018.** Determination Effect of Mycorrhiza and Vermicompost on Accumulation of Seed Nutrient Elements in Maize (*Zea mays* L.) Affected by Chemical Fertilizer. *Journal of Crop Nutrition Science*. 4(3): 15-29.

**Kashiwagi, J., Krishnamurthy, L., Crouch, J. H. and Serraj, R. 2006.** Variability of root length density and its contributions to seed yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought stress. *Field Crops Research*. 95(2-3): 171-181.

**Lonbani, M. and Arzani, A. 2011.** Morpho-physiological traits associated with terminal drought stress tolerance in triticale and wheat. *Agronomy Research*. 9: 315–329

**Maleki, A., Naderi, A., Naseri, R., Fathi, A., Bahamin, S., and Maleki, R. 2013.** Physiological performance of soybean cultivars under drought stress. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 2(6): 38-44.

**Naseri, R., Soleymani Fard, A., Mirzaei, A., Darabi, F., and Fathi, A. 2020.** The effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on activities of antioxidative enzymes, physiological characteristics and root growth of four chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under dry land conditions of Ilam province. *Iranian Journal Pulses Research*, 10 (2): 62-76.

**Nejata, F., Dadniyab, M. Shirzadic, M.H. and Lakd, S. 2009.** Effects of drought stress and Selenium application on yield and yield components of two maize cultivars. *Plant Ecophysiology*. 2: 95-102.

**Ortas, I. 1996.** The influence of use of different rates of mycorrhizal inoculum on root infection, plant growth, and phosphorus uptake. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 27: 2935-2946.

**Paknejad, F., Nasri, M. and Tohidi Moghadam, H.R. 2007.** Effects of drought stress on chlorophyll fluorescence parameters, chlorophyll content and grain yield of wheat cultivars. *Journal of Biological Science*. 7(6): 841-847.

**Petero, R. and Massicotte, H. 2004.** Exploring structural definitions of mycorrhizas, with emphasis on nutrient-exchange interfaces. *Canadian Journal of Botany-Revue Canadienne De Botanique*. 82 (8): 1074-1088.

**Sainz, M.J., Taboada-Castro, M.T. and Vilarino, A. 1998.** Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. *Plant and Soil*. 205: 85-92

**Sajedi, N.A. and Rejali, F. 2011.** Effects of water stress, the use of mycorrhizal inoculation on the absorption of micronutrients in corn. *Iranian Journal of Soil Research*. 25(2): 83-92.

**Shenoy, V.V. and Kalagudi, G. 2005.** Enhancing plant phosphorus use efficiency for sustainable cropping. *Biotechnology Advances*. 23: 501-513.

**Singh, B. and Usha, K. 2004.** Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings underwater stress. *Plant Growth Regulator*. 39: 137-141.

**Sylvia, D.M. and Williams, S.E., 1992.** Vesiculararbuscular mycorrhizae and environmental stress, 101-124. In: Bethlenfalvay, G.J., Linderman, R.G., (Eds.), *Mycorrhizae in Sustainable Agriculture*. Amer Society of Agronomy, Medison Wisconsin, 124p.

**Tavasolee, A.R., Aliasgharzad, N. SalehiJouzani, Gh., Mardi, M. and Asgharzadeh, A. 2011.** Interactive effects of arbuscular mycorrhizal fungi and rizobial strains on chickpea growth and nutrient content in plant. *Africian Journal Biotechnology*. 10: 7585-7591.

**Tuba Bicer, B.A., Kalender, N. and Akar, D. 2004.** The effect of irrigation on spring-sown chickpea. *Journal of Agronomy*. 3: 154-158.

**Turk, M. A., Assaf, T., Hameed, K. and Tawaha, A. 2006.** Significance of Mycorrhizae. *World Journal Agriculture Science*. 2 (1): 16-20.

**Wang, X., Pan, Q., Chen, F., Yan, X. and Liao, H. 2011.** Effects of co-inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi and rizobia on soybean growth as related to root architecture and availability of N and P. *Mycorrhiza*. 21: 173-181.

**Weisany, W., Zehtab-Salmasi, S., Yaghoub, R., Sohrabi, Y. and Ghassemi-Golezan K. 2016.** Can arbuscular mycorrhizal fungi improve competitive ability of dill + common bean intercrops against weeds? *European Journal of Agronomy*. 75: 60–71.

## Investigation the effect of mycorrhizal fungus and supplementary irrigation on growth, yield and yield components of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) in two seasons of autumn and spring cultivation in climatic conditions of Ilam Province

M. Mirzaei Heidari\*

Department of Agriculture and Plant Breeding, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran.

\* Corresponding author: mirzaeiheidari@yahoo.com

This article is taken from a research project.

Received date: 2020.12.23

Accepted date: 2021.04.17

### Abstract

In order to investigate the effect of mycorrhizal fungus on the growth and yield of autumn and spring chickpeas under water tension in Ilam, a split-split plot experiment was conducted in a randomized complete blocks design with three replications. The experiment had three factors: planting season, fertilizer and supplementary irrigation. Planting season in two levels of autumn and spring as the main plot, supplementary irrigation including 3 levels (control or rainfed, once irrigation in flowering stage, twice irrigation in flowering stage) in sub-plots and fertilizer factor including 4 levels (Control, mycorrhiza, chemical fertilizer (nitrogen and phosphorus) and mycorrhiza with chemical fertilizer (nitrogen and phosphorus) were in the sub-sub-plots. The results of analysis of variance showed a significant effect of the main factor of planting season on grain yield, so that grain yield in autumn planting of chickpeas was 32 percent higher than spring sowing. According to the results obtained in terms of grain yield, sowing in autumn is a suitable condition for chickpea plant. The highest grain yield in the treatment of chemical fertilizer + mycorrhiza with twice irrigation was obtained at 2495 kilograms per hectare. Combined use of chemical fertilizers and mycorrhiza fertilizer significantly increased the chlorophyll content of whole leaves compared to the control by 56.5 percent. Overall, the results showed that cultivation of chickpeas with the use of a combination of chemical fertilizers along with mycorrhiza biofertilizer and supplementary irrigation in two stages has the ability to improve the yield and functional components of chickpeas in the experimental conditions and can be recommended as a management option in chickpeas cultivations in the region.

**Keywords:** Chickpea, Tension, Biofertilizer, Growth stimulator and Chemical fertilizer.