



مطالعه برهمکنش کودهای زیستی، نیتروژن معدنی و پیش تیمار آبی بر صفات سبز شدن و اجزای عملکرد گیاه نخود (*Cicer arietinum* L.)

ظهرا ب ادوی^۱، طیبه بختیاری^۲

دریافت: ۹۵/۱۰/۲۹ پذیرش: ۹۶/۵/۳۱

چکیده

نخود در بین حبوبات سومین محصول مهم به شمار می‌رود که به صورت وسیعی در سرتاسر آسیا و خاورمیانه کشت می‌شود. به منظور بررسی تأثیر پیش تیمار آبی مزرعه‌ای بذر و دو کود زیستی بر ویژگی‌های سبز شدن و عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) آبی رقم آرمان آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کرمانشاه طی سال ۱۳۹۵ انجام شد. عامل‌های آزمایشی شامل کود آغازگر نیتروژن (۰، ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره)، کود زیستی (قارچ ریشه یا میکوریزا، ازتوباکتر، کاربرد توأم، بدون کاربرد) و پیش تیمار کردن (با و بدون) بودند. نتایج نشان داد پیش تیمار کردن درصد سبز شدن را ۷/۶ و سرعت سبز شدن را در تلقیح با قارچ ریشه و کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود در هکتار نیتروژن توصیه شده ۱۹/۸ درصد در مقایسه با بذرهایی پیش تیمار نشده در حالت بدون کاربرد نیتروژن و کود زیستی افزایش داد. بالاترین میزان عملکرد بیولوژیک و دانه به ترتیب ۸۲۳/۷ و ۳۰۴ گرم در مترمربع بود که از بذرهایی پیش تیمار شده و کاربرد توأم کودهای زیستی به ترتیب با کاربرد ۵۰ و ۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به دست آمد که نسبت به شاهد‌های خود در آن سطح کودی به ترتیب ۱۴۷ و ۲۵۰ درصد (۱/۴۷ و ۲/۵۰ برابر) بیشتر بودند. در این بررسی بیشترین شاخص برداشت و شمار غلاف در مترمربع از تیمار پیش تیمار شده و کاربرد توأم دو کود زیستی با کاربرد ۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن به دست آمد. بنابراین پیش تیمار آبی بذر و کاربرد توأم کودهای زیستی می‌تواند به عنوان راهکاری مناسب برای جایگزینی بخشی از کودهای شیمیایی مد نظر قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: ازتوباکتر، سبز شدن، اجزای عملکرد، قارچ ریشه

ادوی ظ. و ط. بختیاری. ۱۳۹۸. مطالعه برهمکنش کودهای زیستی، نیتروژن معدنی و پیش تیمار آبی بر صفات سبز شدن و اجزای عملکرد گیاه نخود (*Cicer arietinum* L.). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۷: ۲۲۷-۲۱۷.

۱- گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور واحد فریدونشهر، فریدونشهر، ایران - مسئول مکاتبات. adavi@pnu.ac.ir

۲- گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور واحد فریدونشهر، فریدونشهر، ایران

مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) بزرگترین لگوم غذایی در جنوب آسیا و پس از نخود فرنگی و لوبیا، سومین لگوم مهم جهان محسوب می‌شود (ایکریست، ۲۰۱۰). استقرار سریع و به هنگام بذره‌های کاشته شده عامل کلیدی در رسیدن به توان بالقوه عملکرد خواهد بود (هاریس، ۲۰۰۱). هیدروپرایمینگ بذر یکی از شیوه‌های مدیریتی قبل از کاشت بذر در راستای تسریع در ظهور گیاهچه، سبز شدن و بالابردن عملکرد می‌باشد که طی آن بذور را تا زمان معینی خیس و سپس خشک می‌کنند (مانونمانی و همکاران، ۲۰۱۴). از جمله مزایای این روش آن است که استفاده از مواد شیمیایی را کاهش می‌دهد و از دور ریختن موادی که ممکن است مضر بوده و با محیط ناسازگار باشند، جلوگیری می‌کند (مورونگو و همکاران، ۲۰۰۳). پیش‌تیمار کردن مزرعه‌ای یکی از روش‌های پیش‌تیمار کردن بذر است که به دلیل کم هزینه بودن به طور گسترده‌ای استفاده می‌شود (باکر و ایگو، ۲۰۰۹). طی آزمایشی، خیساندن بذر نخود در آب باعث افزایش سبز شدن بذر و عملکرد دانه در مقایسه با بذور شاهد در شرایط مزرعه گردید (سلیمی و همکاران، ۱۳۸۹). پیش‌تیمار آبی به مدت ۲۴ ساعت، باعث سرعت سبز شدن گیاهچه پنبه گردید (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۶). طی آزمایشی، اسموپرایمینگ و هیدروپرایمینگ، باعث افزایش قطر پانیکول و در نتیجه تعداد دانه در پانیکول سورگوم گردید و وزن هزار دانه نیز افزایش یافت (بورل و همکاران، ۲۰۰۰). پیش‌تیمار آبی و اسمزی با مانتول ۴ درصد باعث افزایش بیوماس گیاه نخود، تعداد گل‌ها، تعداد شاخه‌ها، تعداد غلاف‌ها و تعداد بذره‌های هر بوته گردید که در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه شد (کاتور و همکاران، ۲۰۰۵). آمار بیست سال گذشته سازمان خواروبار جهانی نشان می‌دهد که روش‌های کشاورزی رایج در سطح دنیا موفقیت قابل قبولی را در استفاده و مدیریت منابع نداشته و با اتکای بیش از حد به نهاده‌های مصنوعی و تزیق انرژی‌های کمکی مانند کودها و سموم شیمیایی باعث ناپایداری اکوسیستم-های زراعی شده است (رابرت، ۲۰۰۸). اصطلاح کودهای زیستی، منحصرأ به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره اطلاق نمی‌شود، بلکه ریز جانداران باکتریایی و قارچی مفید و مواد حاصل از فعالیت آن‌ها نیز از جمله کودهای زیستی محسوب می‌شوند که باکتری‌های افزاینده رشد گیاه از مهم‌ترین انواع آن‌ها هستند. این گروه از باکتری‌ها علاوه بر افزایش فراهمی زیستی عناصر معدنی خاک، از طریق

تثبیت زیستی نیتروژن، مهار عوامل بیماری‌زا و تولید مواد تنظیم کننده رشد گیاه، عملکرد گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (استورز و کریستی، ۲۰۰۷). کاربرد کودهای زیستی به ویژه باکتری‌های افزاینده رشد گیاه، مهم‌ترین راهبرد در مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی برای سیستم کشاورزی پایدار با نهاده کافی به صورت تلفیق مصرف کودهای شیمیایی با کاربرد باکتری‌های مذکور است (شارما، ۲۰۰۳). باکتری ازتوباکتر از طریق تولید متابولیت‌های محرک رشد مانند اکسین، سیتوکینین، جیبرلین می‌تواند بر رشد رویشی گیاه تأثیر گذاشته و وزن اندام‌های هوایی را افزایش دهد (کارلتی، ۲۰۰۲). یساری و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند کاربرد تلفیقی کود زیستی و شیمیایی نیتروژنه، عملکرد و اجزای عملکرد کلزا را در مقایسه با تیمار شاهد (گیاهان تیمار شده با ازتوباکتر و عدم مصرف کود شیمیایی نیتروژنه) افزایش می‌دهد. قارچ ریشه (میکوریزا) هم یکی از انواع کودهای زیستی هستند که دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی بوده و با افزایش جذب عناصر غذایی (مانند فسفر، نیتروژن و برخی عناصر کم‌مصرف)، افزایش جذب آب، افزایش مقاومت در برابر تنش‌های زنده و غیر زنده سبب بهبود رشد، نمو و عملکرد گیاهان میزبان در نظام‌های کشاورزی پایدار می‌شوند (سیلویا و ویلیامز، ۱۹۹۸). در گیاه نخود با تلقیح میکوریزا گولوموس، تعداد گره‌ها، وزن خشک ریشه، وزن خشک اندام هوایی افزایش یافت (گارگ و چندل، ۲۰۱۱). سلیمان و همکاران (۲۰۰۵) در بررسی واکنش بذر نخود به تلقیح قارچ میکوریزا و ازتوباکتر مشاهده کردند که تمامی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده (ارتفاع بوته، تعداد گره و وزن خشک گره) نسبت به شاهد برتری داشت. هامدا و همکاران (۲۰۰۷) نیز بر همکنش‌های مثبت هم‌افزایی بین قارچ میکوریزا و باکتری‌های محرک رشد تثبیت کننده‌های نیتروژن و سودوموناس را گزارش کردند. هدف از اجرای این تحقیق، بررسی تأثیر کاربرد تلفیقی پیش‌تیمار کردن بذر و دو نوع کود زیستی به همراه کاربرد متعادل کود شیمیایی نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار و تابستان ۱۳۹۵ در مزرعه آموزشی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه با موقعیت ۴۷ درجه و ۴ دقیقه شرقی و ۱۹ درجه و ۳۴ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۲۰۰ متر از سطح دریا انجام شد. منطقه مورد بررسی از نظر

کشت ۳۶۰۰۰۰ در هکتار بود. فاصله بین تکرارها ۲ متر و فاصله بین کرت‌ها یک متر در نظر گرفته شد. کاشت در ۱۰ فروردین ماه انجام شد و آبیاری زمین بدون فاصله زمانی پس از کاشت با سامانه بارانی صورت گرفت و پس از آن دور آبیاری حدود هر ۷ روز یکبار تا پایان دوره رشد تنظیم شد. مبارزه با علف‌های هرز نیز به صورت دستی انجام گرفت. برای تعیین سرعت ظهور گیاهچه، هر روز و در مدت ۱۰ روز در یک خط کاشت مشخص از هر واحد آزمایشی گیاهچه‌های ظاهر شده شمارش شدند و با معکوس کردن متوسط مدت زمان خروج بذر (رابطه ۱) سرعت ظهور گیاهچه اندازه‌گیری شد (الیس و رابرت، ۱۹۸۱). درصد ظهور گیاهچه نیز با استفاده از داده‌های مربوط به آخرین شمارش در مقایسه با تعداد بذور کاشته شده در یک خط کاشت تعیین شد.

$$\text{رابطه (۱)} \quad \text{MAT} = \frac{\sum \text{data}}{\sum \text{inf}}$$

در این رابطه، π : شمار گیاهچه‌های ظاهر شده در روز شمارش λ م و d : تعداد روز پس از کاشت در شمارش λ م. MAT: میانگین ظهور گیاهچه. در پایان فصل رشد برای برآورد اجرای عملکرد ۱۰ بوته به طور تصادفی گزینش شد و برای اندازه‌گیری عملکردهای زیست‌توده و دانه نیز ۲ مترمربع از هر کرت با رعایت اثر حاشیه برداشت شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها هم با آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. نمودارها نیز با نرم افزار Excel ترسیم شد.

اقلیمی جزء مناطق معتدل و کوهستانی، با میانگین بارندگی سالیانه ۳۵۶ میلی‌متر و میانگین دمای ۲۴ درجه سلسیوس در گرم‌ترین ماه سال بنابر آمار هواشناسی ۴۰ ساله است. مشخصات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک محل آزمایش نیز در جدول ۱ ملاحظه می‌شود. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل‌های مورد بررسی شامل سه میزان کاربرد کود آغازگر نیتروژن ۰، ۲۵، ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره با ۴۶ درصد نیتروژن خالص، چهار سطح کود زیستی شامل (قارچ ریشه، ازتوباکتر، کاربرد توأم هر دو کود زیستی، هیچکدام) و ۲ سطح بدون پیش تیمار و با پیش تیمار با آب معمولی در نظر گرفته شدند. کود زیستی قارچ ریشه آربوسکولار گونه گلوبوس موسه آ با ۱۵۰ اسپور قارچ در هر گرم، از موسسه تحقیقات خاک و آب کشور تهیه شد که به میزان ۲۰ گرم در هر متر مربع زمین به صورت نواری در کنار بذر هنگام کاشت استفاده شد. در ضمن کود زیستی ازتوباکتر (10^8 باکتری در هر گرم مایع تلقیح) به میزان ۱۰۰ گرم در هر هکتار از طریق آغشته کردن به بذر، مصرف شد. مدت زمان انجام پیش تیمار ۸ ساعت بود و بذرها پس از پیش تیمار شدن به طور سطحی خشک و کشت شدند. کود نیتروژن هم زمان با کاشت مطابق تیمارها و به صورت جای‌گزاری در داخل شیارهای موازی خطوط کشت مورد استفاده قرار گرفت. نخود مورد بررسی رقم آرمان بود که از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه تهیه شد. هر کرت شامل شش ردیف کاشت به طول ۳ متر و فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر و تراکم

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل (میلی‌گرم در کیلوگرم)	نیتروژن کل (درصد)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زمینس بر متر) (درصد)	کربن آلی (درصد)
۴۹	۳۱	۲۰	رسی سیلنتی	۱۱/۹	۲۲۰	۰/۰۶۶	۷/۷	۰/۲۱۲	۰/۷۹

نتایج و بحث

درصد و سرعت سبز شدن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، درصد سبز شدن در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر پیش تیمار کردن معنی‌دار شد، اما اثر کود زیستی، نیتروژن و اثرگذاری‌های متقابل دو و سه گانه معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد پیش تیمار کردن سبب افزایش ۷ درصدی سبز شدن شد (شکل ۱). به طور

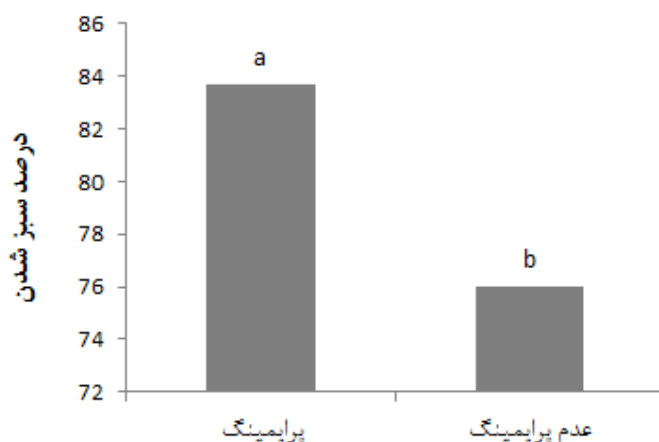
کلی علت افزایش میزان جوانه‌زنی در بذرها پیش تیمار شده ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده‌ای مانند آلfa آمیلاز، افزایش سطح انرژی زیستی در قالب افزایش میزان ATP، افزایش ساخت (سنتز)، DNA، RNA، افزایش شمار و در عین حال ارتقاء عملکرد میتوکندری‌ها است (افضل، ۲۰۰۲). افزایش درصد جوانه‌زنی در اثر پیش تیمار کردن، ناشی از افزایش فعالیت سوخت و سازی است که در فرآیند جذب آب رخ داده

و باعث می‌شود بذرهاى پيش‌تيمار شده از لحاظ مراحل جوانه- زنى نسبت به بذرهاى شاهد پيشرفته تر باشند (وارير و همكاران، ۲۰۱۰).

جدول ۲- تجزيه واريانس تأثيرگذاري‌هاى پيش‌تيمار آبي، ميزان نيتروژن و كود زيستى بر سبز شدن و عملكرد در نخود

ميانگين مربعات								
منابع تغيير	درجه آزادى	درصد سبز شدن	سرعت سبز شدن	عملكرد بيولوژيك	عملكرد دانه	شاخص برداشت	وزن صد دانه	تعداد غلاف در متر مربع
تكرار	۲	۰/۰۰۶ ns	۰/۰۰۰۰۰۴ ns	۵۴۱/۲۷ ns	۱۵/۴۴ ns	۰/۰۰۰۰۸ ns	۰/۷۹*	۳۱۰۹/۷*
نيتروژن	۲	۰/۰۱ ns	۰/۰۰۰۰۱۶**	۸۳۱۰۲/۴۲**	۱۱۹۷/۵**	۰/۰۰۴**	۴/۳۴**	۷۵۴۹/۵**
كود زيستى	۳	۰/۰۳ ns	۰/۰۰۰۰۲۲**	۳۳۹۰۷۱/۳۶**	۱۰۹۸۱۲/۷**	۰/۰۸۷**	۱۴۲/۶۶**	۶۰۹۱۱۳/۳**
پيش‌تيمار	۱	۰/۰۸*	۰/۰۰۱۱**	۱۹۸۴۵**	۱۳۵۵۲/۸**	۰/۰۱۴**	۴۸/۷۷**	۲۳۲۱۵۴/۶**
نيتروژن × كود زيستى	۶	۰/۰۹ ns	۰/۰۰۰۰۲۳**	۹۸۴۵۹/۳۱**	۹۴۹/۴**	۰/۰۰۱۳**	۰/۹۵**	۴۵۶۹/۹**
نيتروژن × پيش‌تيمار	۲	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۰۰۳۲**	۲۰۱۱/۵۸*	۳۹۰/۳**	۰/۰۰۰۱۶ ns	۰/۰۹ ns	۱۳۹۷/۵ ns
كود زيستى × پيش‌تيمار	۳	۰/۰۱ ns	۰/۰۰۰۰۲۲**	۵۴۵۸/۵۴**	۲۲۹۱/۸**	۰/۰۰۱**	۱/۱۹**	۱۹۳۰۳/۱**
كود × نيتروژن × پيش‌تيمار	۶	۰/۰۱ ns	۰/۰۰۰۰۲۹**	۲۲۹۰/۷۷**	۸۶/۲**	۰/۰۰۰۴**	۰/۸۷**	۳۳۹۶/۹**
خطا	۴۶	۰/۰۱	۰/۰۰۰۰۰۱۸	۴۸۹/۶	۱۸/۴	۰/۰۰۰۰۸	۰/۲۳	۹۲۱/۴
ضريب تغييرات	-	۱۲/۳۴	۲/۷۶	۵/۲۱	۲/۳۳	۳/۱۱	۱/۷۱	۴/۳۳

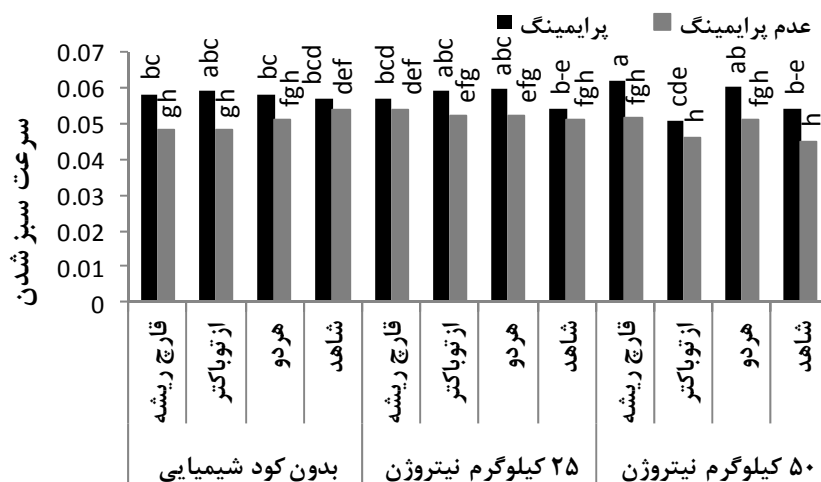
ns: غيرمعنى دار؛ * و ** معنى دار به ترتيب در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد



شكل ۱- مقايسه ميانگين تاثير پيش‌تيمار آبي بر درصد سبز شدن

سرعت سبز شدن در بذرهاى ذرت در اثر پيش‌تيمار كردن مزرعه‌اى گزارش شده است (هاريس و همكاران، ۲۰۰۷). گزارش شده است ميكوريزا، توانايى تبديل عناصر غذايى اصلى را از شكل غيرقابل جذب به شكل قابل جذب دارد و منجر به توسعه و استقرار سيستم ريشه‌اى و جوانه‌زنى بهتر و سريعتر بذور مى‌شود (كوچكى و همكاران، ۱۳۸۷). كريشنا و همكاران (۲۰۰۸) نيز تاثير كودهاى زيستى را بر سرعت سبز كردن كلزا مثبت گزارش كردند.

با توجه به جدول ۲ همه اثر گذاري‌ها در سطح يك درصد بر سرعت سبز شدن معنى دار شده‌اند. بذرهاى پيش‌تيمار شده نسبت به بذرهاى شاهد جوانه‌زنى‌شان را زودتر آغاز کرده، در نتيجه زودتر استقرار يافته و زودتر از خاک خارج مى‌شوند. در اين تحقيق بيشترين سرعت سبز شدن در بذرهاى پيش‌تيمار شده و تلقیح شده با قارچ ريشه و کاربرد ۵۰ كيلوگرم كود نيتروژن به‌دست آمد كه البته با توجه به شكل ۲ مهم‌ترين عامل افزايش سرعت سبز شدن پيش‌تيمار كردن بذرها بوده است. افزايش

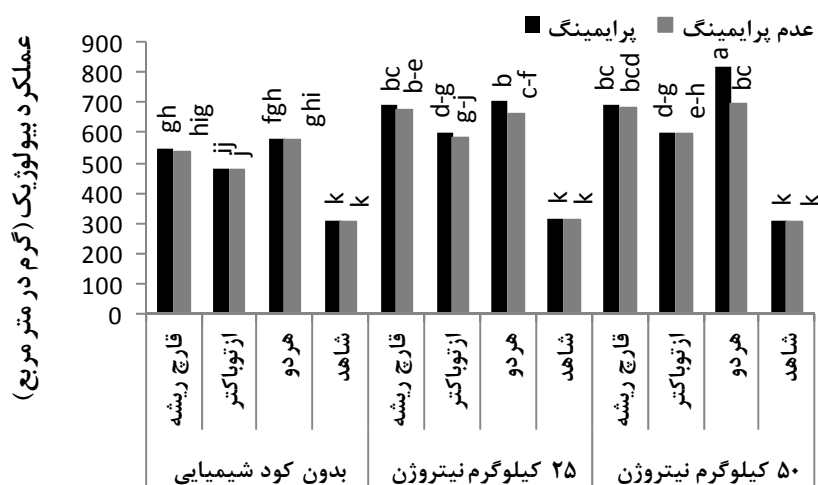


شکل ۲- تأثیر کود زیستی، پیش تیمار آبی و کاربرد نیتروژن بر سرعت سبز شدن

عملکرد بیولوژیک

توان نتیجه گرفت تأثیر پیش تیمار کردن در کنار کاربرد کودهای زیستی و نیتروژن تقویت می‌شود. پیش تیمار بذر باعث جوانه‌زنی سریعتر، استقرار بهتر و همچنین عملکرد دانه و کاه و کلش را در جو افزایش داد (رشید و همکاران، ۲۰۰۶). جدای از پیش تیمار کردن، شکل ۳ به خوبی تأثیر مثبت و معنی‌دار کاربرد کودهای زیستی را در افزایش ماده خشک تولید شده نشان می‌دهد. افزون بر نقش قارچ ریشه و باکتری‌های ازتوباکتر در افزایش جذب عناصر غذایی، این ریزجانداران باعث تحریک رشد گیاه نیز می‌شوند (صدیقی و همکاران، ۲۰۰۸). کود زیستی ازتوباکتر و آزوسپیریلوم به واسطه تولید هورمون‌های رشد مانند اکسین و جیبرلین رشد اندام‌های هوایی گیاه را افزایش می‌دهد (راتی و همکاران، ۲۰۰۱).

با توجه به جدول ۲ اثرگذاری‌های اصلی و اثرگذاری‌های متقابل دو و سه گانه در سطوح یک و پنج درصد بر صفت عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد. با توجه به شکل ۳ بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار پیش تیمار کردن به همراه ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن و تلفیق قارچ ریشه و ازتوباکتر بود (۸۲۳/۷) گرم بر مترمربع) که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای دیگر داشت. با دقت در شکل ۳ مشاهده می‌شود که در حالت کاربرد کود نیتروژن و کاربرد همزمان دو کود زیستی، پیش تیمار کردن منجر به افزایش معنی‌دار ماده خشک تولید شده شد. در حالت کاربرد ۵۰ و ۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن توصیه شده و کاربرد توأم دو کود زیستی، پیش تیمار کردن نسبت به بدون پیش تیمار، عملکرد بیولوژیک را به ترتیب حدود ۲۳ و ۱۱ درصد افزایش داد که می-



شکل ۳- تأثیر کود زیستی، پیش تیمار آبی و کاربرد نیتروژن بر عملکرد بیولوژیک

عملکرد دانه

با توجه به جدول ۲ اثر گذاری‌های اصلی و متقابل دو و سه گانه در سطح یک درصد معنی‌دار شد، تنها اثر گذاری متقابل نیتروژن در پیش‌تیمار معنی‌دار نشد. با توجه به شکل ۵ تیمار ۲۵ کیلوگرم کاربرد نیتروژن به همراه پیش‌تیمار کردن و کاربرد تلفیقی قارچ ریشه و ازتوباکتر برای شاخص برداشت، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با تیمارهای دیگر داشت (۴۳/۲۳ درصد). بالاتر بودن شاخص برداشت در تیمار پیش‌تیمار کردن، کود زیستی و کاربرد ۲۵ کیلوگرم نیتروژن نشان می‌دهد که تخصیص مواد نور ساختی بین مخزن‌های اقتصادی نسبت به دیگر مخزن‌های موجود در گیاه بیشتر بوده است. در آفتابگردان گزارش شد که پیش‌تیمار کردن بذرها سبب بهبود تسهیم ماده خشک به سمت دانه و افزایش شاخص برداشت و عملکرد دانه شد (حسین و همکاران، ۲۰۰۶). از آنجا که رابطه مثبتی بین میزان عملکرد دانه و شاخص برداشت وجود دارد لذا به نظر می‌رسد حضور قارچ ریشه با تأثیر بر شاخص برداشت، عملکرد دانه را افزایش داده است. فعالیت قارچ ریشه با تولید ترکیبات محرک رشد از جمله جیبرلین و سیستین سبب افزایش نور ساخت و ظرفیت مخزن و در نتیجه افزایش عملکرد در گیاه ذرت شد (پانور، ۲۰۰۴).

وزن صد دانه

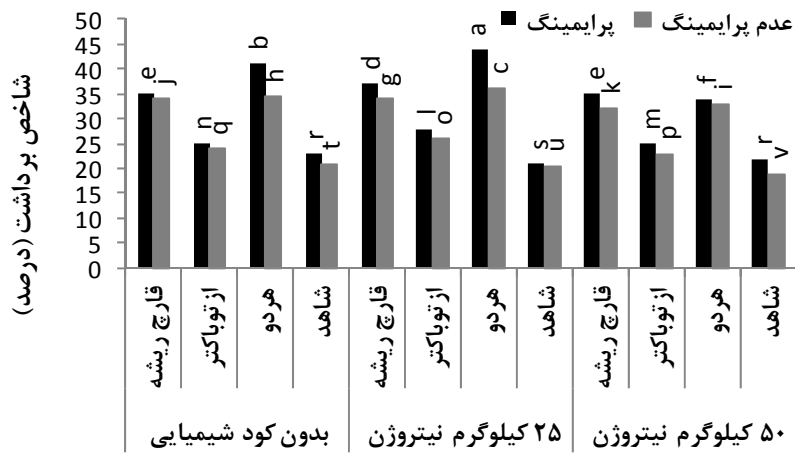
همه اثر گذاری‌های اصلی و متقابل به جز اثر گذاری متقابل نیتروژن در پیش‌تیمار در سطح یک درصد بر وزن صد دانه معنی‌دار شد (جدول ۲). همان‌طور که در شکل ۶ مشخص است، کاربرد کود زیستی سبب افزایش معنی‌دار در وزن صد دانه در تیمارهای بدون کاربرد کود نیتروژن و کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود به ویژه در تیمارهای پیش‌تیمار شده، شد. آذرینا و عیسوند (۱۳۹۲) گزارش دادند فعالیت مخزن در گیاه نخود ناشی از بذرها پیش‌تیمار شده با آب در مقایسه با شاهد بالاتر بود که در نهایت افزایش وزن صد دانه و عملکرد را به دنبال داشت. لطیف زاده و همکاران (۱۳۹۲) افزایش وزن هزارانه را در اثر پیش‌تیمار کردن بذر گزارش کردند. برخی محققان افزایش وزن صد دانه گندم را در تلقیح با ازتوباکتر گزارش کرده‌اند (عباسپور، ۲۰۰۹). ارتاس (۲۰۱۰) افزایش اجزای عملکرد را نیز به تأثیر مثبت قارچ ریشه در افزایش سطح جذب ریشه‌ها با نفوذ میسلیوم قارچ در خاک و در نتیجه دسترسی گیاه زراعی به حجم بیشتری از خاک و انتقال آب و مواد غذایی به اندام‌های هوایی و بهبود رشد و نمو گیاه سورگوم نسبت دادند.

مهم‌ترین صفت مورد بررسی عملکرد دانه است که در سطح یک درصد تحت تأثیر همه اثر گذاری‌ها از جمله اثر گذاری متقابل سه گانه قرار گرفت (جدول ۲). واکنش عملکرد دانه به تیمارهای به کار رفته مانند واکنش عملکرد زیست‌توده است (شکل ۴) به صورتی که در کاربرد توأم دو کود زیستی در کنار کاربرد ۲۵ یا ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن، تیمارهای پیش‌تیمار شده بالاترین عملکرد را تولید کردند این در حالی است که بین کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم نیتروژن تفاوتی وجود ندارد (در هر یک از حالت‌های پیش‌تیمار شده و پیش‌تیمار نشده). البته در بررسی اثر گذاری‌های تک تک کودهای زیستی به خوبی مشخص است که کاربرد قارچ ریشه در مقایسه با ازتوباکتر تأثیر بیشتری بر افزایش عملکرد دارد (شکل ۳). مدین و همکاران (۲۰۰۳) نیز در تحقیقات خود بر روی ماشک، دو گونه از قارچ ریشه (*G. etunicatum* و *G. intraradices*) را به کار بردند و گزارش کردند که قارچ ریشه سبب افزایش شاخص سطح برگ، سرعت رشد نسبی و سرعت رشد محصول شد، بنابراین در چنین شرایطی افزایش عملکرد محصول به طور کامل منطقی است. ارمن و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که نظام ریشه‌ای در گیاهان قارچ ریشه‌ای توسعه بیشتری یافته به طوری که قطر ریشه‌های فرعی در آن‌ها کاهش و طول ریشه افزایش یافته است. همه این عامل‌ها باعث می‌شود که ریشه قارچ ریشه‌ای سطح تماس بیشتری با خاک پیدا کرده و بدین صورت سریع تر آب را از خاک جذب نماید که باکتری ازتوباکتر چنین نمی‌کند. نکته مهم دیگری که می‌توان بیان کرد تفاوت بسیار کم و غیرمعنی‌دار عملکرد در سه سطح کاربرد کود نیتروژن در حالت بدون کاربرد کودهای زیستی است یعنی مصرف نکردن با کاربرد ۵۰ کیلوگرم نیتروژن، عملکرد را مانند آنچه در عملکرد بیولوژیک رخ داد تغییری نداد (شکل ۳). در نخود گزارش شده است که کاربرد کودهای زیستی میکوریزا و ازتوباکتر همراه با مقادیر مناسب کود نیتروژن رشد رویشی را بهبود بخشید و سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد (جنوا و همکاران، ۲۰۰۶). هاریس و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشتند که پرایمینگ مزرعه‌ای (خیساندن بذور در آب به مدت یک شبانه روز) در گیاه ذرت سبب بهبود روز تا شروع گلدهی، رسیدگی فیزیولوژیک و نهایتاً عملکرد دانه گردید. لذا در چنین شرایطی افزایش در ماده خشک تولید شده دور از انتظار نیست.

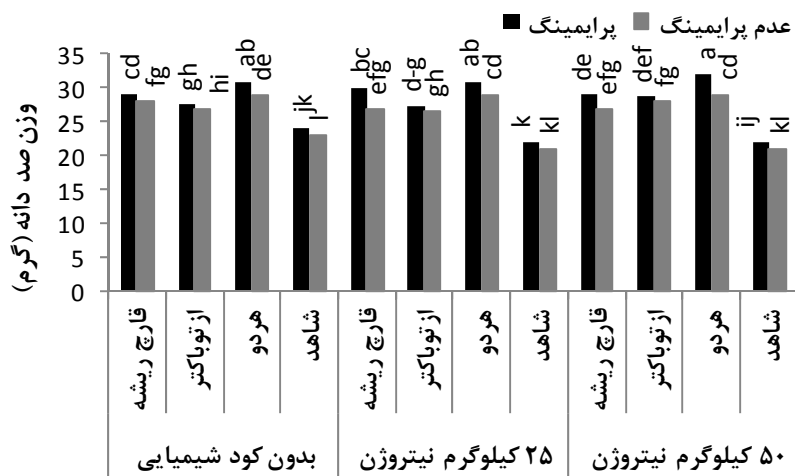
شاخص برداشت



شکل ۴- تأثیر کود زیستی، پیش تیمار آبی و کاربرد نیتروژن بر عملکرد دانه



شکل ۵- تأثیر کود زیستی، پیش تیمار آبی و کاربرد نیتروژن بر شاخص برداشت

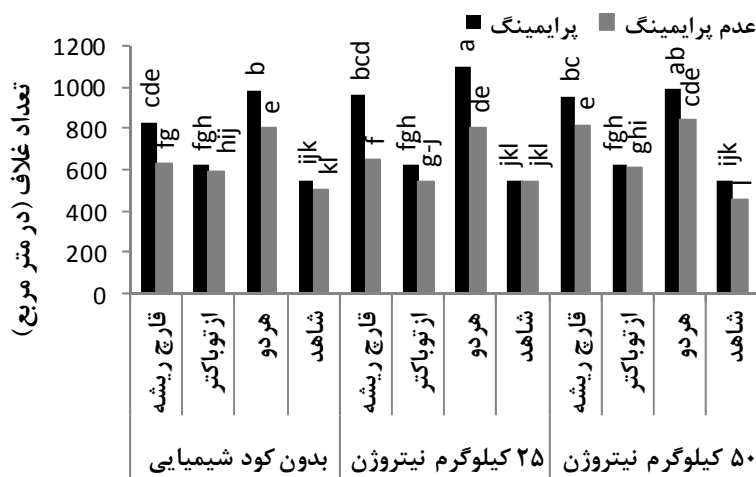


شکل ۶- تأثیر کود زیستی، پیش تیمار آبی و کاربرد نیتروژن بر وزن صد دانه

تعداد غلاف در متر مربع

با توجه به جدول ۲ اثر گذاری‌های اصلی و اثر گذاری متقابل دو و سه گانه در سطح یک درصد معنی دار شد، تنها تأثیر متقابل نیتروژن در پیش تیمار شده معنی دار نشد. با توجه به شکل ۷ تفاوت معنی داری از لحاظ پیش تیمار شده و بدون پیش تیمار، کاربرد نیتروژن ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم و بدون کاربرد، کاربرد کود زیستی و بدون کاربرد مشاهده شد. تعداد دانه در غلاف یکی از اجزای مهم برای رسیدن به عملکرد اقتصادی مطلوب در نخود است و تحت تأثیر تعداد غلاف در گیاه است. به طوری که بیشترین تعداد غلاف در مترمربع (۱۰۳۱) مربوط به تیمار پیش تیمار کردن به همراه کاربرد ۲۵ کیلوگرم نیتروژن و کاربرد تلفیقی

قارچ ریشه و ازتوباکتر بود. این نتایج با مشاهده‌های کاتور (۲۰۰۵) که افزایش تعداد غلاف در بوته در گیاه نخود را گزارش کرد، هم‌خوانی دارد. غلامی زالی (۱۳۹۴) نشان داد که هیدروپرایمینگ بذرهاى نخود، تعداد غلاف در گیاه را افزایش داد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که گیاهان در هنگام تلقیح با ریزجانداران افزایش معنی داری در تعداد غلاف در مترمربع نسبت به شرایط بدون تلقیح دارد (ویسی، ۲۰۰۳). در اینجا نیز تأثیر سودمند تلفیق پیش تیمار کردن با کاربرد همزمان دو کود زیستی در کاربرد ۲۵ و ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن به خوبی نمایان است (شکل ۷) و اینکه کاربرد ۱۵ کیلوگرم نیتروژن به همان اندازه کاربرد ۵۰ کیلوگرم نیتروژن، مؤثر بوده است.



شکل ۷- تأثیر کود زیستی، پیش تیمار آبی و کاربرد نیتروژن بر تعداد غلاف در مترمربع

نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که پیش تیمار و کاربرد کودهای زیستی از عوامل مهمی هستند که موجب استقرار بهتر گیاه زراعی نخود و در نتیجه افزایش عملکرد آن می‌شوند. کاربرد کودهای زیستی قارچ ریشه و ازتوباکتر به تنهایی یا همزمان در تلفیق با پیش تیمار کردن بذر توانست سرعت سبز شدن را بیشتر افزایش دهد. سطوح مختلف کود نیتروژن نیز اگرچه خود دارای اثر معنی داری بر صفات مورد مطالعه بودند، اما اثر متقابل آن با پیش تیمار و کودهای زیستی نتیجه بهتری داد. به طوریکه بیشترین عملکرد زیست

توده در شرایط پیش تیمار کردن و کاربرد همزمان کودهای زیستی و کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن، به دست آمد. البته در مورد بیشترین عملکرد دانه همین ترکیب تیماری در کنار ترکیب کاربرد ۲۵ کیلوگرم کود نیتروژن در بذرهاى پیش تیمار شده و کاربرد همزمان هر دو کود زیستی به دست آمد. یافته‌های آزمایش حاضر نشان داد که اثرات ترکیبی پیش تیمار آبی بذر و کاربرد توأم کودهای زیستی می‌توانند جایگزینی مناسبی برای نهاده‌های شیمیایی باشند و به عنوان گزینه‌ای مناسب در راستای نیل به اهداف کشاورزی پایدار در تولید حبوبات مد نظر قرار گیرد.

منابع

آذرنیا، م.، ح.، ر.، عیسوند. ۱۳۹۲. بررسی اثر هیدروپرایمینگ و پرایمینگ هورمونی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود در شرایط دیم و آبی. نشریه تولید گیاهان زراعی. جلد ۸، شماره ۱: ۱۳۵-۱۲۷.

سلطانی، ا.، ف. قادری. و ح. معمار. ۱۳۸۶. تاثیر هیدروپرایمینگ بر مولفه‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه پنبه در شرایط تنش خشکی، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۹، شماره ۶: ۳۳-۲۱.

سلیمی، ح.، ح. عباس‌دخت، ح. اصغریوا. و م. غلامی. ۱۳۸۹. تأثیر پرایمینگ در مزرعه بر عملکرد و اجزاء عملکرد نخود. اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم. مرکز تحقیقات کشاورزی منابع طبیعی اصفهان.

غلامی‌زالی، ع. ۱۳۹۳. اثر هیدروپرایمینگ و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی خصوصیات رشد و فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) در دو کشت بهاره و پاییزه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

کوچکی، ل. و م. ع. تبریزی. ۱۳۸۷. ارزیابی کودهای بیولوژیکی بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه دارویی زوفا. پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۱۶، شماره ۲: ۱۴۸-۱۴۲.

لطیف زاده، م.، م. ع. ابوظالبیان، م.، زواره. و م. ربیعی. ۱۳۹۲. تأثیر پرایمینگ بذر در مزرعه و تاریخ کاشت بر خصوصیات ظهور گیاهچه، عملکرد و اجزای عملکرد یک ژنوتیپ بومی لوبیا به عنوان کشت دوم در رشت. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. جلد ۴۴، شماره ۳: ۲۳-۳۳.

- Abbaspoor, A., Zabihi, H.R., Movafegh, S., and Akbari Asl, M.H. 2009. The efficiency of plant growth promoting rhizobacteria (PGRP) on yield and yield components of two varieties of wheat in salinity conditions. *American Eurasian Journal of Sustainable Agriculture* 3(4): 824-828.
- Afzal, I., Basra, S. M. A., Ahmad, R. and Iqbal, A. 2002. Effect of different seed vigour enhancement techniques on hybrid maize (*Zea mays* L.). *Pakistan Journal of Agricultural Science*, 39, 109-112.
- Bakare, S. O. and Ukwungwu, M. N. 2009. On-farm evaluation of seed priming technology in Nigeria. *African Journal of General Agriculture*, 5, 93-97.
- Borrell, A. K., Hummer, G. L. and Douglas, A. C. L. 2000. Dose maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought. I. Leaf growth and senescence. *Crop Sci.* 40: 1026-1037.
- Carletti, S. 2002. Use of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria in plant micropropagation. www.oag.auburn.edu/argentina/pdfmanuscripts/carletti.Pdf.
- Ellis, R. A. and Roberts, E. H. 1981. The quantification of ageing and survival orthodox seeds. *Seed Science and Technology*, 9, 373-409.
- Erman, M., Demir, S., Ocağ, E., Tufenkci, S., Oguz, F., and 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". *Earth Sci.* 122: 14-24.
- Garg, N. and Chandel, S. 2011. Effect of mycorrhizal inoculation on growth, nitrogen fixation and nutrient uptake in (*Cicer arietinum* L.) under salt stress *Turk. J. Agric.* 4: 1-35.
- Geneva, M., Zehirov, G., Djonova, E., Kaloyanova, N., and Georgie, G. 2006. The effect of inoculation of Pea plant with mycorrhizal fungi and Azetobacter on nitrogen and phosphorus assimilation. *Plant, Soil and Environment* 52(10): 435-440.
- Hameeda, B., Srijana, M., Rupela, O.P., and Reddy, G. 2007. Effect of bacteria isolated from composts and macrofauna on sorghum growth and mycorrhizal colonization. *World J. Microbiol. Biotech.* 23: 883-887.
- Harris, D., Joshi, A., Khan, P.A., Gothkar, P. and Sodhi, P.S. 2001. On-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. *Experimental Agriculture*, 35, 15-29.
- Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M. and Shah, H. 2007. On-farm seed priming with zinc sulphate solution- a cost-effective way to increase the maize yields of resource-poor farmers. *Field Crops Research*, 102, 119-127.
- Hussain, M., Farooq, M., Basra, S. M. A. and Ahmad, N. 2006. Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid sunflower. *International Journal of Agriculture & Biology*, 8(1), 14-18.
- ICRISAT. (International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics). 2010. Chickpea Seed Production Manual.
- Kaur, S., Gupta, A. K. & Kaur, N. 2005. Seed priming increase crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea. *Journal Agronomy of Crop Science*, 191, 81-87.

- Krishna, A., Patil, C. R., Raghavendra, S. M. and Jakati, M. D. 2008. Effect of bio-fertilizers on seed germination canola inoculated with a phosphate – solubilizing isolate of *Penicillium bilaj*. *Canadian Ecology*, 28, 139-146.
- Manonmani, V., M. A. J. Begum and M. Jayanthi. 2014. Halopriming of seeds. *J. Seed Sci.* 7: 1-13.
- Medina, O.A., Kretschmer, A. E. and Sylvia, D. M. 2003. Growth response of field-grown siratro (*Macroptilium atropurpureum* Urb.) and *Aeschynomene americana* L. to inoculation with selected vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Biology and Fertility of Soils*, 9(1), 54-60.
- Murungu, F.S., Nyamugafata, P., Chiduzo, C., Clark, L.J., and Whalley, W.R. 2003. Effects of seed priming aggregate size and soil matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maize (*zea mays* L.). *Soil and Till. Res.* 74:161-168.
- Ortas, I., 2010. Effect of mycorrhiza application on plant growth and nutrient uptake in sorghum production under field conditions. *Spanish J. Agri. Res.* 8: 116–122.
- Panwar J.D.S. 2004. Effect of VAM and *Azospirillum brasilense* on photosynthesis, nitrogen metabolism and grain yield in wheat. *Indian Journal of Plant Physiology*, 34, 357-361.
- Rashid, A., Hollington, P. A., Harris, D. and Khan, P. 2006. On-farm seed priming for barley on normal, saline-sodic soils in North West Frontier Province, Pakistan. *European Journal of Agronomy* 24 (3): 276-281.
- Ratti, N., Kumar, S., Verma, H.N., and Gautam, S.P. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martini* var. motia by rhizobacteria, azetobacter and azospirillum inoculation. *Microbiology Research* 156: 145-149.
- Roberts, T.L. 2008. Improving Nutrient Use Efficiency. *Turkish journal of agriculture and forestry* 32: 177-182.
- Sharma, A. K. 2003. Biofertilizer for sustainable agriculture. *Agrobios. India*.
- Siddiqui, Z. A. and Pichtel, J. 2008. Mycorrhizae: an overview. P. 1–35. In: Z.A.Siddiqui et al., (Eds) *Mycorrhizae: Sustainable agriculture and forestry*. Springer Science Business Media B. V.
- Solaiman, A.R.M., Rabbani, M.G., and Moll, M.N. 2005. Effect of inoculation of *Rhizobium* and Arbuscular Mycorrhiza, poultry litter, nitrogen and phosphorus on growth and yield in chickpea. *Korean J. Crop Sci.* 50: 256 -261.
- Sturz, A. V. and Christie, B. R. 2007. Beneficial microbial allelopathies in the root zone: The management of soil quality and plant disease with rhizobacteria. *Soil and Tillage Research* 72: 107-123.
- Sylvia, D. M. and Williams, S. E. 1998. Vesicular- Arbuscular Mycorrhizae and Environmental Stress: 101-124. In: Bethlenfalvay, G.J. and Linderman, R.G., (Eds). *Mycorrhizae in Sustainable Agriculture*. American Society of Agronomy, Medison Wisconsin, 124 P.
- Varier, A., Vari, A. K. and Dadlani, M. 2010. The subcellular basis of seed priming. *Current Science*, 99, 450-456.
- Vessey, J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. *Plant and Soil* 255: 571-586.
- Yasari, E. Esmaeili Azadgoleh, A.M., Pirdashti, H. and Mozafari, S. 2008. *Azotobacter* and *Azospirillum* inoculants as biofertilizers in canola (*Brassica napus* L.) cultivation. *Asian Journal of Plant Science*, 7: 490-494.

The study on interaction effect of biologic fertilizers, mineral nitrogen fertilizer and hydropriming on emergence properties and yield components of chickpea (*Cicer arietinum* L.)

Z. Adavi¹, T. Bakhtiari¹

Received: 2017-1-18 Accepted: 2017-8-22

Abstract

Chickpea is the third most important pulse crop in the world, grown widely across Asia and the Middle East. In order to study the effect of on-farm hydropriming and two bio-fertilizers on emergence rate and yield characteristics of irrigated chickpea cultivar arman, a factorial experiment was conducted in a randomized complete blocks design with three replications at Agricultural Research Station of Kermanshah in the spring of 2016. The factors consisted of starter nitrogen (0, 25 and 50 kg/ha from sources urea) bio-fertilizer (Mycorrhizae, Azotobacter, both of them and no-application) and priming (priming and no-priming). Results showed that priming increased emergence percent by 7.6 and emergence rate by 19.8 in conjunction with mycorrhizae and 50 kg/ha nitrogen fertilizer compared with no-primed, no- nitrogen and no bio-fertilizer. Highest biological and grain yield were 823.7 and 304 g.m⁻² respectively that produced by primed seeds with application of two bio-fertilizers simultaneously at 50 and 25 kg/ha of nitrogen respectively that were 147 and 250 (1.47 and 2.50 times) percent more compared to their controls in own nitrogen fertilizer levels. In this study, the highest harvest index and number of pods/m² were achieved in priming treatment with application of two bio-fertilizers simultaneously and nitrogen fertilizer consumption of 25 kg/ha. The application of hydropriming seed with application of two bio-fertilizers simultaneously can be consider as a suitable way to replace part of chemical fertilizers.

Keywords: Azotobacter, emergence, mycorrhizae, yield components