Archive of SID

بررسی تغییرات برخی شاخص‌های فیزیولوژیک نخود (*Cicer arietinum* L.) تحت‌تأثیر پرایم مزرعه‌ای بذر، کود زیستی و میزان فسفر

محمدعلی ابوطالبیان[1*] و محمد اللهی[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۴)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر پرایمینگ مزرعه‌ای بذر، کود زیستی و فسفر بر شاخص‌های فیزیولوژیک نخود آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینای همدان در بهار ۱۳۹۲ اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل کود فسفر (۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد از مقدار توصیه شده توسط آزمون خاک)، کود زیستی (مایکوریزا، بارور۲، مصرف توام، عدم مصرف) و پرایمینگ (پرایم با آب معمولی و عدم پرایم) بودند. نتایج نشان داد که پرایمینگ نخود تمامی شاخص‌های رشد اندازه گیری شده به‌ویژه حداکثر شاخص سطح برگ، درصد همزیستی و عملکرد دانه نخود را به‌ترتیب ۴۴، ۶/۸ و ۲۷ درصد افزایش داد. کاربرد کودهای زیستی به‌خصوص کاربرد هم‌زمان مایکوریزا و بارور۲ در حالت مصرف ۵۰ درصد فسفر در مقایسه با تیمار شاهد، منجر به افزایش قابل توجه بیشتر شاخص‌های رشد از جمله حداکثر شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، ماده خشک کل و عملکرد دانه به‌ترتیب به‌میزان ۲۷/۴۴، ۱۳/۸۲، ۸/۱۵ و ۲۹/۴۶ درصد گردید. هم‌چنین نتایج این بررسی نشان داد که قارچ مایکوریزا با برقراری همزیستی با ریشهٔ نخود، توانست مصرف کودهای فسفره در مزارع را کاهش دهد بدون آنکه عملکرد کمی و کیفی گیاه کاهش پیدا کند.

واژه‌های کلیدی: بارور، پرایمینگ، شاخص رشد، مایکوریزا

۱ و ۲. به‌ترتیب استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت واصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: aboutalebian@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

حبوبات پس از غلات دومین منبع مهم غذایی بشر به‌شمار می‌روند. در بین حبوبات نخود از لحاظ سطح زیر کشت و تولید، پس از لوبیا و عدس در مقام سوم قرار دارد و در ایران مهم‌ترین گیاه از رده حبوبات است (۴۰). استقرار سریع و به‌هنگام بذور کاشته شده عاملی کلیدی در کشاورزی نوین است که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. یکی از روش‌های ساده‌ای که قدرت و استقرار مناسب بذور کشت شده و در نتیجه کارائی گیاه را در مزارع بهبود می‌بخشد پرایمینگ بذر می‌باشد (۴۸). پرایمینگ مزرعه‌ای (*On-farm seed priming*) یکی از انواع پرایمینگ می‌باشد که به‌دلیل کم‌هزینه بودن به‌طور وسیعی استفاده می‌شود. در پرایمینگ مزرعه‌ای، بذرها برای یک مدت از قبل مشخص شده در آب معمولی یا محلول غذایی قرار می‌گیرند و قبل از کشت به‌منظور تسهیل در جابه‌جایی به‌صورت سطحی خشک می‌گردند، به‌عبارت دیگر مانند روش‌های معمول پرایمینگ، بذر تا حد رطوبت اولیه خشک نمی‌شود (۱۷). در سویا نیز گزارش شده است که پرایمینگ باعث افزایش شاخص‌های رشدی نظیر حداکثر شاخص سطح برگ، حداکثر سرعت رشد محصول، حداکثر عملکرد بیولوژیک، دوام شاخص سطح برگ، دوام ماده خشک کل گردید (۳۴). امروزه در کشاورزی پایدار به‌کارگیری علوم و فنون جدید برای به حداقل رساندن آلودگی آب و خاک و حداکثر بهره‌برداری از آنها امری بدیهی و پذیرفته شده است (۱۱). در این حال استفاده از کودهای زیستی جهت حفظ حاصلخیزی خاک و بهبود رشد گیاهان زراعی در جهت افزایش تولید حبوبات یکی از راه‌حل‌های اساسی و مفید جهت افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول، تأمین امنیت غذایی و پایداری در تولید به‌نظر می‌رسد. فسفر از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه بوده و یکی از مهم‌ترین عناصردرتولید محصول، تشکیل بذر، درکربن‌گیری گیاه، کاهش زمان رسیدن محصول و استحکام بیشتر ساقه غلات مؤثراست، با وجود این، متأسفانه مصرف غیر اصولی و بی‌رویه کودهای شیمیایی فسفره تأثیر زیان‌باری بر جامعه کشاورزی تحمیل نموده است (۱۹) گروه بزرگی از میکروارگانیسم‌های خاکزی این توانایی را دارند که فسفر نامحلول خاک را به فرم قابل جذب گیاه تبدیل نمایند. این ریزجانداران خاکزی را اصطلاحاً ریزجانداران حل کننده فسفات (*Phosphate Solubilizing Micro-organisms*) می‌نامند (۱۲). ریزجانداران حل‌کننده فسفر در افزایش رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان زراعی هم‌چون چغندرقند (۸)، خردل (۳)، کلزا (۱۴) نقش مهمی را ایفا کرده‌اند. در بین باکتری‌های حل‌کننده فسفر، باکتری‌های جنس سودوموناس به‌دلیل توزیع‌گسترده در خاک و با توانایی کلونیزه کردن ریشه بسیاری از گیاهان و تولید طیف متنوعی از متابولیت‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. از مهم‌ترین مزایای تلقیح بذر با زادمایه این باکتری‌ها می‌توان به افزایش سرعت سبز شدن، افزایش رشد ریشه، کنترل عوامل بیماری‌زا، افزایش سطح برگ، افزایش مقاومت به خشکی، افزایش فعالیت میکروبی خاک و هم‌چنین افزایش فراهمی عناصر غذائی برای گیاه اشاره نمود (۴۶). قارچ‌های مایکوریزا هم یکی از انواع کودهای زیستی بوده که دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی می‌باشند و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی (مانند فسفر، نیتروژن و برخی عناصر ریزمغذی)، افزایش جذب آب، افزایش مقاومت در برابر تنش‌های زنده و غیر زنده سبب بهبود رشد، نمو و عملکرد گیاهان میزبان می‌شوند (۴۴). شناخت و بررسی شاخص‌های رشد و اطلاع از میزان مشارکت آنها در چگونگی رشد گیاهان زراعی لازمهٔ دست‌یابی به عملکرد مطلوب است (۱۶). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد تلقیح بذر گیاهان زراعی با قارچ‌های مایکوریزا سبب افزایش شاخص سطح برگ (۴ و ۴۵)، سرعت رشد محصول (۹ و ۴۵)، جذب خالص (۴۵) و وزن خشک کل (۹) گردیده است. تجزیه رشد روش با ارزشی در تجزیه و تحلیل کمی رشد و نمو گیاه و تولید محصولات به‌شمار می‌آید که برای اولین بار توسط بلاکمن (۶) پیشنهاد شد. این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر کود زیستی، کود فسفر و پرایمینگ بذر بر شاخص‌های فیزیولوژیک رشد نخود انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار ۱۳۹۲ در مزرعه آموزشی تحقیقاتی دانشکده

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	بافت خاک	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	نیتروژن کل (%)	pH	هدایت الکتریکی (dS/m)	کربن آلی (%)
۴۸	۳۲	۲۰	رسی سیلتی	۶/۱	۵۵۹	۰/۱۲	۷/۸	۰/۲	۱/۲

کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا انجام شد. مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک زراعی در جدول ۱ اشاره شده است. منطقه مورد بررسی از نظر اقلیمی جزء مناطق نیمه‌خشک و سرد براساس تقسیم‌بندی اقلیمی آمبرژه، با میانگین بارندگی سالیانه ۳۳۳ میلی‌لیتر و متوسط درجه حرارت ۲۴ درجه سانتی‌گراد در گرم‌ترین ماه سال براساس آمار هواشناسی ۵۵ ساله است. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد آزمایش شامل ۳ میزان مصرف کود فسفر ۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد از میزان توصیه شده توسط آزمون خاک به‌ترتیب معادل ۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، ۴ سطح کود زیستی شامل (مایکوریزا، بارور۲، مصرف توأم، هیچ‌کدام) و دو سطح عدم پرایم و پرایم با آب معمولی در نظر گرفته شدند. کود زیستی مایکوریزا آربوسکولار گونه (*Glomus mosseae*) با ۱۵۰ اسپور قارچ در هر گرم، از شرکت زیست‌فناوران توران شاهرود با نام تجاری مایکوپرسیکا تهیه گردید که طبق توصیه شرکت سازنده به‌میزان ۲۰ گرم در هر مترمربع زمین به‌صورت نواری در کنار بذر هنگام کاشت استفاده گردید. ضمناً کود زیستی باکتریایی بارور۲ به فرم جامد و حاوی باکتری (*Pseudomonas putida*) و (*Bacillus lentus*) بود که طبق توصیه شرکت سازنده آن (زیست‌فناور سبز) به‌میزان ۱۰۰ گرم در هکتار از طریق آغشته کردن به بذر مصرف گردید. مدت زمان انجام پرایمینگ ۸ ساعت بود که پس از آن بذور به‌طور سطحی خشک و کشت گردیدند. نخود مورد بررسی رقم آزاد بود که از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان تهیه شد. هر کرت شامل ۶ ردیف کشت به طول ۳ متر و فاصله خطوط ۵۰ سانتی‌متر با تراکم کشت ۳۶۰۰۰۰ بوته در هکتار بود و فاصله بین تکرارها ۲ متر و فاصله بین کرت‌ها ۱ متر در نظر گرفته شد. تاریخ کاشت ۱۰ فروردین بود. آبیاری زمین بلافاصله بعد از کاشت به‌وسیله سیستم تحت فشار بارانی صورت پذیرفت و پس از آن دور آبیاری حدود هر ۷ روز یک‌بار تا پایان دوره رشد انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام گرفت. برای بررسی روند تغییرات شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد نمونه‌برداری‌هایی در فواصل زمانی دو هفته یک‌بار از ۴۵ روز پس از کاشت انجام شد و به این منظور دو ردیف کناری و نیم متر از بالا و پایین هر کرت به‌عنوان حاشیه منظور شدند و از سایر قسمت‌های هر کرت ۵ بوته از سطح خاک قطع و سطح برگ و وزن خشک آنها اندازه‌گیری گردید و در مجموع تا پایان دوره رشد شش مرحله نمونه‌برداری تخریبی صورت پذیرفت. تعیین روند تجمع وزن خشک کل (TDM)، تغییرات شاخص سطح برگ (LAI)، سرعت جذب و تحلیل خالص(NAR) ، سرعت رشد محصول (CGR) و سرعت رشد نسبی(RGR) براساس روابط زیر انجام گرفت (۳۹ و ۴۵).

$$TDW = Exp\ (a + b\ x + c\ x^2) \quad (۱)$$

$$LAI = Exp\ (a' + b'\ x + c'\ x^2) \quad (۲)$$

$$CGR = NAR \times LAI \quad (۳)$$

$$NAR=(b + 2\ c\ x)\times Exp[(a - a')+(b - b')x+(c - c')\ x^2] \quad (۴)$$

$$RGR = b + 2\ c\ x \quad (۵)$$

در این معادله‌ها a، b، c، a'، b' و c' ضرایب معادلات رگرسیونی مربوطه و x زمان پس از کاشت بر حسب روز می‌باشد. در این تحقیق نقاط حداکثر مربوط به شاخص‌های سطح برگ، سرعت

www.SID.ir

Archive of SID

رشد محصول، و وزن خشک کل و هم‌چنین سرعت جذب خالص و سرعت رشد نسبی در ۸۰ روز پس از کاشت در تیمارهای مختلف مورد آنالیز واریانس و مقایسه میانگین قرار گرفت. با اطمینان از نرمال بودن باقی‌مانده داده‌ها با آزمون نرمالیته، تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و MSTATC انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. نمودارها نیز با نرم‌افزار Excel ترسیم گردید.

نتایج و بحث

حداکثر شاخص سطح برگ

با توجه به جدول ۲ اثرات اصلی در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. هم‌چنین اثر متقابل کود زیستی در پرایم در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. همان‌طورکه در شکل ۱ مشاهده می‌شود، مصرف کود مایکوریزا و بارور۲ سبب افزایش معنی‌دار در شاخص سطح برگ در تیمارهای پرایم شده گردید. به‌طوری‌که بیشترین شاخص سطح برگ (۲/۰۹) مربوط به تیمار پرایمینگ به‌همراه کاربرد تلفیقی مایکوریزا + بارور۲ و کمترین شاخص سطح برگ مربوط به تیمار شاهد (۱/۴۵) بود (جدول ۳). گیاهان پرایم شده به‌علت سبز شدن سریع‌تر و زودتر کامل کردن دوره رشد رویشی، از سطح برگ بیشتری نسبت به گیاهان غیر پرایم برخوردار بودند. ابوطالبیان و همکاران (۱) گزارش کردند اسمو پرایمینگ با اوره باعث افزایش شاخص سطح برگ گندم شد و علت آن را افزایش تعداد پنجه‌های تولید شده بیان کردند. خرم‌دل و همکاران (۲۲) نیز اظهار داشتند که مصرف کودهای زیستی موجب افزایش معنی‌دار شاخص سطح برگ شده است. با مشاهده جدول ۳ دیده می‌شود که در شرایط پرایمینگ اثر مایکوریزا بر حداکثر شاخص سطح برگ بیشتر از اثر بارور۲ است و کاربرد هم‌زمان آنها به‌طور قابل توجهی این صفت را در شرایط پرایمینگ به‌میزان ۲۷/۴ درصد نسبت به تیمار عدم کاربرد کود زیستی در شرایط پرایمینگ، افزایش داده است (جدول ۳). این اتفاق می‌تواند به اثر هم‌افزایی میکروارگانیسم‌ها بر یکدیگر تعبیر گردد (۲). شکل ۱ بیانگر این است که مقدار شاخص سطح برگ در مراحل اولیه رشد گیاه به‌دلیل کم و کوچک بودن برگ‌ها و کامل نبودن پوشش گیاهی کم است، ولی به‌تدریج با رشد و افزایش برگ‌های گیاه، شاخص سطح برگ نیز افزایش یافته و به حداکثر خود می‌رسد و در این حالت تا مدتی ثابت می‌ماند، اما با پیر شدن گیاه و ریزش برگ‌ها، شاخص سطح برگ نیز کاهش می‌یابد (۱۸).

حداکثر سرعت رشد محصول

اثرات اصلی فسفر و کود زیستی بر حداکثر سرعت رشد محصول در سطح پنج درصد و اثر متقابل آن دو در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). فاروق و همکاران (۱۳)، نیز نشان دادند که اعمال روش‌های مختلف پرایمینگ از جمله هیدروپرایمینگ سبب افزایش معنی‌دار سرعت رشد محصول در برنج گردید. این محققین معتقدند افزایش شاخص سطح برگ و سرعت رشد عمدتاً در نتیجه جوانه‌زنی سریع‌تر و استقرار یکنواخت‌تر بوته‌ها در تیمارهای پرایمینگ است. تولید هورمون‌های محرک رشد به‌خصوص اکسین از طریق تحریک سیستم ریشه‌زایی باعث افزایش جذب در واحد سطح شده و در حضور مقادیر مناسبی از کودهای شیمیایی باعث تشدید این اثرات می‌شوند که این امر در نهایت موجب افزایش رشد محصول شده است. در ادامهٔ فصل رشد، روند سرعت رشد محصول به‌دلیل کاهش شاخص سطح برگ و زرد شدن برگ‌ها کاهشی بود. تحقیقات نشان می‌دهد که شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول نخود با گذشت زمان تا مرحله تشکیل نیام افزایش یافته و پس از آن کاهش پیدا می‌کند، به‌طوری‌که در زمان رسیدگی نیام‌ها، سرعت رشد محصول صفر و حتی منفی شد (۱۰، ۲۹، ۳۰، ۳۲ و ۳۷). زیرا در این زمان گیاه به‌جای تولید بیشتر مواد به انتقال مواد ساخته شده می‌پردازد (۲۴). سلیمانی‌فرد و همکاران (۴۲) و لباسچی و

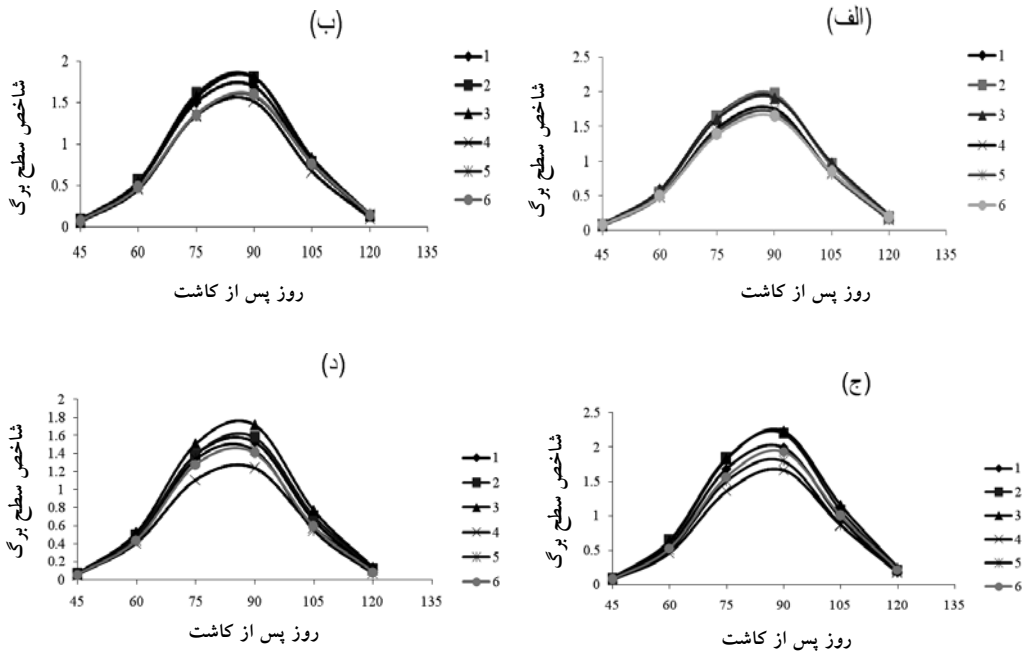
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های رشد حداکثر و درصد همزیستی

		میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	حداکثر شاخص سطح برگ	حداکثر سرعت رشد	حداکثر وزن خشک کل	سرعت جذب و تحلیل خالص (۸۰ روز پس از کاشت)	سرعت نسبی رشد (۸۰ روز پس از کاشت)	درصد همزیستی	عملکرد دانه
تکرار	۲	۰/۰۲*	۰/۰۲^{ns}	۲۳/۵^{ns}	۱/۶۴^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۲۳^{ns}	۰/۰۰۲*	۱۴/۵۶^{ns}
مقادیر فسفر	۲	۰/۱**	۱۲/۵۸*	۳۰/۳^{ns}	۲/۱۶^{ns}	۰/۰۰۰۰۳**	۰/۰۷**	۱۰۷۸۷/۹**
کود زیستی	۳	۰/۵**	۱۰/۹۳*	۴۱۶۵**	۷۳/۶**	۰/۰۰۰۰۰۶۱^{ns}	۰/۷۳**	۱۰۰۹۰۶/۳**
پرایم	۱	۱/۲**	۲/۷^{ns}	۲۱۹۴۱**	۱۷۶**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۲۸**	۱۳۴۹۲/۹**
فسفر × کود زیستی	۶	۰/۰۱^{ns}	۱۵/۸**	۱۲۱۱**	۵/۰۸*	۰/۰۰۰۰۲**	۰/۰۱**	۹۵۰/۵**
فسفر × پرایم	۲	۰/۰۰۵^{ns}	۲/۳^{ns}	۹۵/۸^{ns}	۳/۵۷^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۵**	۳۸۹/۳**
کود زیستی × پرایم	۳	۰/۰۲*	۱/۴^{ns}	۱۲۲^{ns}	۰/۶۴^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۲۳۶۱/۷**
کود × فسفر × پرایم	۶	۰/۰۱^{ns}	۱/۴^{ns}	۴۴۴^{ns}	۱/۹۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۰۰۵^{ns}	۰/۰۰۳**	۸۸/۲**
خطا	۴۶	۰/۰۱	۲/۸۱	۲۸۱	۱/۸۵	۰/۰۰۰۰۰۵۱	۰/۰۰۰۵	۱۷/۵
ضریب تغییرات (٪)	-	۴/۳	۴/۳۷	۲/۵	۶/۰۸	۳/۹۳	۷/۶۰	۲/۴۳

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد



شکل ۱. روند تغییرات شاخص سطح برگ نخود در اثر کـاربرد مایکوریزا (الف)، بارور۲ (ب)، کاربـرد توأم (ج) و عدم کاربرد کود زیستی (د). (۱- عدم مصرف فسفر و پرایم ۲- پنجاه درصد فسفر و پرایم ۳- صد درصد فسفر و پرایم ۴- عدم مصرف فسفر و عدم پرایم ۵- پنجاه درصد فسفر و عدم پرایم ۶- صد درصد فسفر و عدم پرایم).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ و کود زیستی بر شاخص سطح برگ نخود

پرایمینگ	پرایم				عدم پرایم			
کود زیستی	شاهد	مایکورایز	بارور۲	مایکورایز + بارور۲	شاهد	مایکورایز	بارور۲	مایکورایز + بارور۲
حداکثر شاخص سطح برگ	۱/۶۴^{d}	۱/۹۴^{b}	۱/۸^{c}	۲/۰۹^{a}	۱/۴۵^{f}	۱/۶۷^{d}	۱/۵۵^{e}	۱/۷۶^{c}

میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.

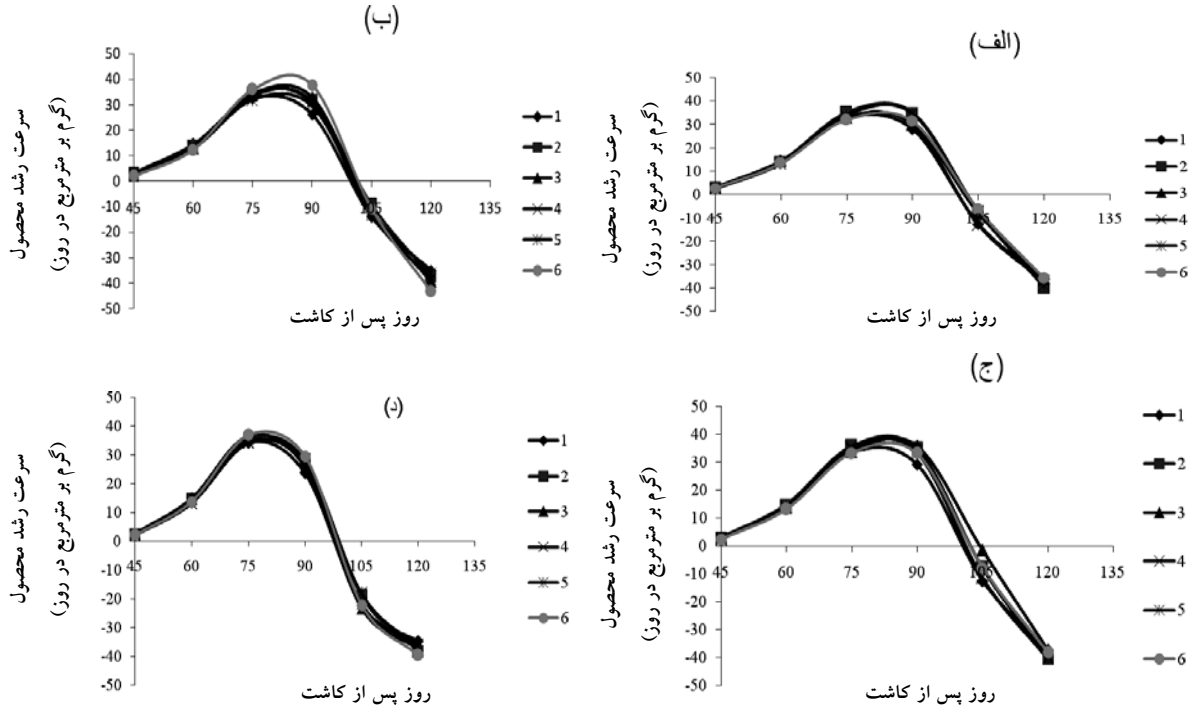
شریفی‌عاشورآبادی (۲۵) به‌ترتیب منفی شدن سرعت رشد گلرنگ و گل راعی در زمان رسیدگی را به‌دلیل کاهش شاخص سطح برگ و ریزش برگ‌ها گزارش کردند. روند کاهشی و منفی شدن سرعت رشد محصول در اواخر فصل رشد در نخود (۳۶) و ذرت (۲۷) نیز گزارش شده است. کریمی و صدیق (۲۰) نیز در بررسی ارقام قدیمی و جدید گندم به منفی شدن سرعت رشد آنها در انتهای دوره رشد اشاره نموده‌اند. نتایج به‌دست آمده در این مطالعه نیز منفی شدن سرعت رشد محصول را در اواخر دورهٔ رشد در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد (شکل ۲). دلیل افزایش سرعت رشد محصول در شرایط کاربرد قارچ مایکوریزا، مکانیزم عمل این قارچ می‌باشد. ریسه‌های قارچ مایکوریزا به دو دسته تقسیم می‌شوند، تعدادی از آنها وارد سیستم گیاه شده و سبب کاهش غلظت آبسزیک اسید شده و میزان سیتوکنین را افزایش می‌دهند، این عمل سبب افزایش جذب آب و گسترش سیستم ریشه‌های گیاه می‌شود. دسته دوم از ریسه‌ها خارج از سیستم ریشه بوده، این ریسه‌ها از خود اسیدهای آلی محلول کننده فسفر نظیر اسید مالیک ترشح کرده که جذب فسفر توسط گیاه را افزایش می‌دهند و باعث افزایش سرعت رشد گیاه می‌شوند (۲۱). ولر و همکاران (۴۷) یان و اسکروت (۴۹) بهبود رشد و شاخص‌های رشدی گیاه را در اثر مایه‌زنی با ریز جانداران حل‌کننده فسفر، گزارش کردند.

حداکثر وزن خشک کل

نتایج تجزیه واریانس مربوط به وزن خشک کل نشان داد که اثرات اصلی کود زیستی و پرایمینگ و در بین اثرات متقابل اثرات فسفر در کود زیستی در سطح یک درصد معنی‌دار شدند. در مورد تیمارهای اثرات متقابل فسفر در کود زیستی (جدول ۲) تیمار ۵۰ درصد فسفر به‌همراه کاربرد توأم مایکوریزا و بارور۲ (۶۹۸/۹ گرم در مترمربع) بیشترین مقدار که با مقدار مصرف ۱۰۰ درصد فسفر و عدم مصرف کود زیستی تفاوت معنی‌داری نشان نداد و کمترین مقدار وزن خشک مربوط به تیمار ۵۰ درصد فسفر و کاربرد بارور ۲ (۶۴۶/۲ گرم در مترمربع) به‌دست آمد (جدول ۴) که با شاهد در همان سطح کودی تفاوت آماری نشان نداد که دلیل این امر می‌تواند کارائی پایین بارور۲ در مقایسه با کاربرد تلفیقی مایکوریزا و بارور۲ باشد. در تیمارهای پرایم تجمع ماده خشک کل در تمام دوران رشد بیشتر از عدم پرایم بود، که این امر نشان‌دهنده پتانسیل بالاتر بوته‌های حاصل از بذور پرایم شده در تولید و ذخیره مواد فتوسنتزی در شرایط آزمایش است. بارسا و همکاران (۵)، در تحقیقات خود نشان دادند که اعمال پرایمینگ روی بذر به‌طور معنی‌داری وزن خشک کل گیاه را در مقایسه با شاهد افزایش داد. بهبود وزن خشک تولیدی در اثر مایه‌زنی با ریزجانداران حل‌کننده فسفات در سیب‌زمینی (۲۳) و چغندرقند (۴۳) گزارش شده است. تیمارهای تلقیح با قارچ، نسبت به بارور۲ بیشترین ماده خشک کل را به‌خود اختصاص دادند. به‌نظر می‌رسد دلیل این امر علاوه بر جذب بهتر آب و مواد غذایی، تولید بیشتر پوشش گیاهی و در نتیجه جذب بیشتر تشعشع در گیاهان تیمار شده با قارچ ناشی می‌شود. با توجه به شکل ۳ مشاهده می‌شود که در ابتدای فصل

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. روند تغییرات سرعت رشد محصول نخود در اثر کاربرد مایکوریزا (الف)، بارور۲ (ب)، کاربرد توأم (ج) و عدم کاربرد کود زیستی (د). (۱- عدم مصرف فسفر و پرایم ۲- پنجاه درصد فسفر و پرایم ۳- صد درصد فسفر و پرایم ۴- عدم مصرف فسفر و عدم پرایم ۵- پنجاه درصد فسفر و عدم پرایم ۶- صد درصد فسفر و عدم پرایم)

رشد به‌دلیل کم بودن اندام‌های رویشی و اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی به ریشه‌ها (۴۱)، رشد اندام هوایی بوته‌ها در تمام تیمارها آهسته بود که در این مدت تفاوت چندانی بین تیمارهای کود زیستی مشاهده نشد، اما در ادامه رشد و با رسیدن ماده خشک کل به حداکثر خود، تفاوت بین سطوح کودهای زیستی محسوس‌تر شد. در این آزمایش مصرف فسفر باعث افزایش وزن خشک گیاه به‌خصوص در تیمارهای مصرف ۵۰ درصد فسفر به‌همراه کاربرد توأم مایکوریزا و بارور۲ و شاهد شد. رائی‌پور و علی‌اصغرزاده (۳۳) گزارش کردند که باکتری‌های حل‌کننده فسفات باعث افزایش وزن خشک گیاه می‌شوند.

حداکثر سرعت جذب و تحلیل خالص

با توجه به جدول ۲ اثرات اصلی کود زیستی و پرایمینگ و اثر متقابل فسفر در کود زیستی به‌ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار شدند. بیشترین و کمترین در روز ۸۰ اُم پس از کاشت به‌میزان (۲۶/۴۵ و ۲۰/۰۸ گرم بر مترمربع برگ در روز) به‌ترتیب مربوط به تیمار شاهد و مصرف ۱۰۰ درصد فسفر به‌همراه کاربرد توأم مایکوریزا و بارور۲ بود (جدول ۴). بیشتر بودن سرعت جذب و تحلیل خالص می‌تواند ناشی از سایه‌اندازی کمتر به‌دلیل پایین بودن شاخص سطح برگ باشد. معیار سرعت جذب و تحلیل خالص که نشان‌دهندهٔ میانگین کارائی برگ‌های یک گیاه است موقعی حداکثر می‌شود که برگ‌ها به‌طور کامل در معرض تابش باشند و هیچ برگی بر دیگری سایه‌اندازی نداشته باشد و کاهش سرعت جذب خالص به‌دلیل افزایش سن گیاه، سن برگ‌ها و کاهش راندمان فتوسنتز برگ‌هاست (۷ و ۳۱). در ابتدای رشد، به‌دلیل کمی تعداد برگ‌ها و پایین

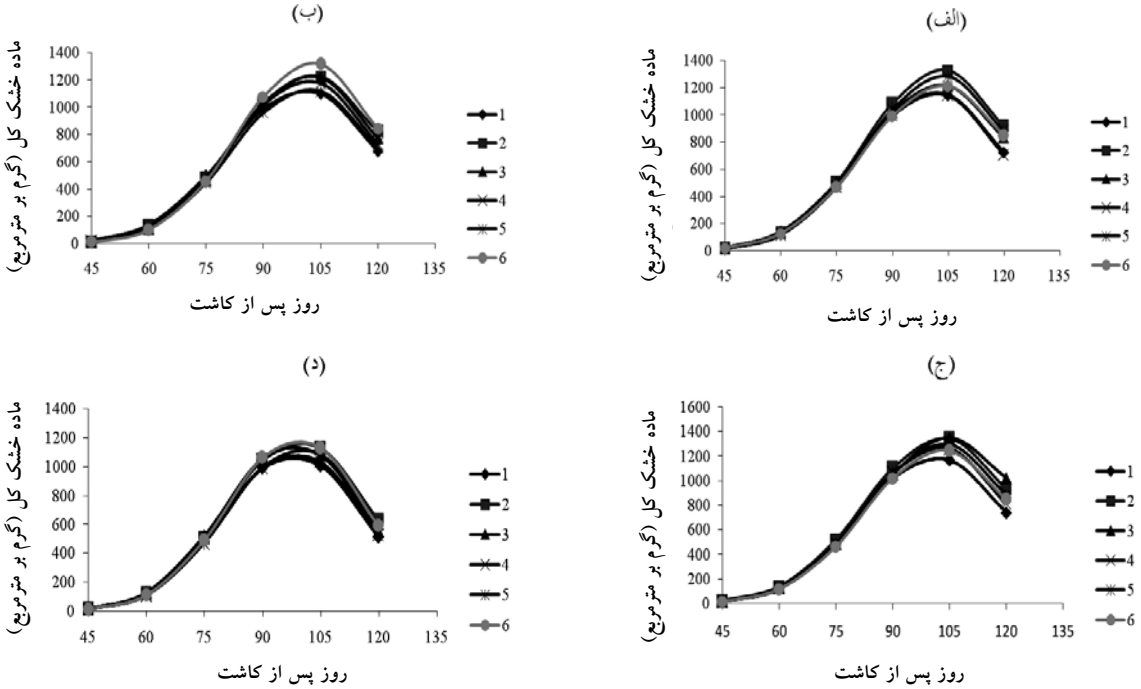
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل فسفر و کود زیستی بر شاخص‌های رشد نخود

مقادیر فسفر	کود زیستی	حداکثر سرعت رشد محصول ($g\ m^{-2}\ day^{-1}$)	حداکثر وزن خشک کل ($g\ m^{-2}$)	سرعت جذب و تحلیل خالص در روز ۸۰ ($g\ m^{-2}\ day^{-1}$)	سرعت نسبی رشد در روز ۸۰ ($g\ g^{-1}\ day^{-1}$)
۰	شاهد	۳۷/۹^{ab}	۶۶۹/۳^{abc}	۲۶/۵^{a}	۰/۰۵۷^{b}
	مایکوریزا	۳۸/۲^{ab}	۶۷۹/۵^{ab}	۲۱/۲^{de}	۰/۰۶۱^{a}
	بارور۲	۳۵/۳^{b}	۶۴۸/۹^{bc}	۲۱/۸^{de}	۰/۰۵۴^{c}
	مایکوریزا + بارور۲	۳۸/۶^{ab}	۶۸۰/۱^{ab}	۲۱/۳^{de}	۰/۰۵۷^{b}
۵۰	شاهد	۳۷/۸^{ab}	۶۶۴/۳^{bc}	۲۴/۵^{abc}	۰/۰۵۷^{b}
	مایکوریزا	۳۹/۴^{ab}	۶۷۵/۹^{abc}	۲۱/۹^{cde}	۰/۰۵۸^{b}
	بارور۲	۳۷^{ab}	۶۴۶/۲^{c}	۲۲/۴$^{b-e}$	۰/۰۵۷^{b}
	مایکوریزا + بارور۲	۴۰/۲^{a}	۶۹۸/۹^{a}	۲۰/۵^{e}	۰/۰۵۸^{b}
۱۰۰	شاهد	۳۹/۸^{ab}	۶۹۶/۴^{a}	۲۴/۶^{ab}	۰/۰۵۷^{b}
	مایکوریزا	۳۶/۵^{ab}	۶۶۰/۳^{bc}	۲۰/۳^{e}	۰/۰۵۵^{c}
	بارور۲	۴۰/۱^{a}	۶۴۹/۸^{bc}	۲۳/۴^{bcd}	۰/۰۶۲^{a}
	مایکوریزا + بارور۲	۳۹/۱^{ab}	۶۷۰/۹^{abc}	۲۰/۱^{e}	۰/۰۵۸^{b}

در هر ستون میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند.



شکل ۳. روند تغییرات وزن خشک کل نخود در اثر کاربـرد مایکوریزا (الف)، بارور۲ (ب)، کاربـرد توأم (ج) و عدم کاربرد کود زیستی (د). (۱- عدم مصرف فسفر و پرایم ۲- پنجاه درصد فسفر و پرایم ۳- صد درصد فسفر و پرایم ۴- عدم مصرف فسفر و عدم پرایم ۵- پنجاه درصد فسفر و عدم پرایم ۶- صد درصد فسفر و عدم پرایم).

www.SID.ir

Archive of SID

بودن رقابت و سایه‌اندازی برگ‌ها بر روی یکدیگر، NAR دارای حداکثر مقدار بوده و در ادامه رشد با توسعه برگ‌های گیاه و ایجاد سایه‌اندازی و هم‌چنین کاهش کارایی فتوسنتزی برگ‌ها، NAR روند نزولی پیدا می‌کند (۳۸). با آغاز ریزش برگ‌ها کاهش NAR شدت زیادی می‌یابد. شکل ۴ روند تغییرات سرعت جذب خالص نخود را در تیمارهای به‌کار رفته نشان می‌دهد. این نتایج با یافته‌های سرخوش و همکاران در ذرت مطابقت دارد (۳۷). در آزمایشی که ثمن و همکاران (۳۶) بر روی نخود و سلیمانی‌فرد و همکاران (۴۲) بر روی گلرنگ انجام دادند مشاهده شد سرعت جذب و تحلیل خالص در مدت کوتاهی پس از گل‌دهی کاهش یافت و سپس در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک منفی گردید.

حداکثر سرعت رشد نسبی

افزایش نسبی وزن گیاه در واحد زمان سرعت نسبی رشد نامیده می‌شود (۴۵). نتایج تجزیه واریانس مربوط به سرعت رشد نسبی (جدول ۲) نشان داد که اثرات اصلی فسفر و پرایم و اثر متقابل فسفر در کود زیستی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند. بالاترین سرعت نسبی رشد در تیمار مصرف ۱۰۰ درصد فسفر به‌همراه بارور۲ با ۰/۰۶۲ گرم بر گرم (کل ماده خشک) در روز مشاهده شد که البته با تیمار عدم مصرف فسفر و کاربرد مایکوریزا تفاوت آماری نشان نداد (جدول ۴ و شکل ۵). همان‌طورکه در جدول ۴ مشاهده می‌شود در عدم مصرف فسفر بارور۲ از شاهد کمتر است که دلیل آن را رقابت برای به‌دست آوردن کربن بین باکتری‌ها با گیاه میزبان می‌توان عنوان کرد. اما کاربرد مایکوریزا در مقایسه با بارور۲ اثر بیشتری بر سرعت نسبی رشد دارد (شکل ۵) که با توجه به اینکه مایکوریزا با تولید هیف‌های زیادی که بین ریشه و خاک قرار می گیرند سطح تماس ریشه را بسیار افزایش می‌دهند. با توجه به شکل ۵ منفی شدن این شاخص رشد در انتهای فصل توسط کریمی و صدیق (۲۰) نیز گزارش شده است که علت آن پیر شدن برگ‌ها و انتقال مواد از آنها می باشد (۳۸).

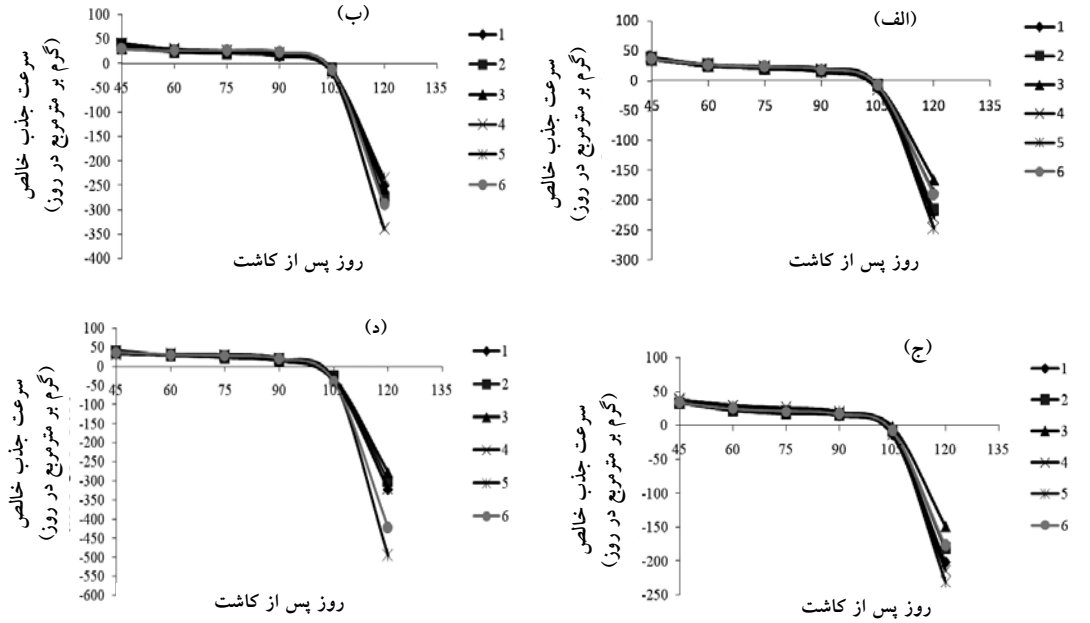
مارولاندا و همکاران (۲۶) گزارش کردند که سیستم ریشه‌ای در گیاهان مایکوریزایی توسعه بیشتری یافته و بیشتر از ریشه گیاهان غیر مایکوریزایی منشعب شده و قطر ریشه‌های فرعی در آنها کاهش و طول ریشه افزایش یافته است. همه این عوامل باعث می‌شود که ریشه مایکوریزایی سطح تماس بیشتری با خاک پیدا کرده و بدین صورت سریع‌تر آب را از خاک جذب نماید، که باکتری‌های موجود در بارور ۲ چنین نمی‌کنند. در حالت مصرف ۱۰۰ درصد فسفر بارور ۲ بهتر از شاهدش عمل کرده که دلیل آن را می‌توان وجود فسفر کافی برای باکتری‌ها دانست. سرعت نسبی رشد در طول فصل رشد سیر نزولی دارد (شکل ۵)، زیرا در اوایل دوره رشد گیاه، بیشتر بافت‌ها از نظر متابولیکی فعال هستند و با گذشت زمان مقدار بافت‌های غیر فعال (بافت‌های ساختمانی) بیشتر می‌شود (۳۵). حضور کودهای بیولوژیک به‌تنهایی و در تلفیق با کودهای شیمیایی باعث شد که سرعت رشد نسبی در طول دوره رشد با شیب کمتری کاهش یابد ،باید اشاره کرد که در تیمار شاهد عکس این پدیده رخ داد.

عملکرد دانه

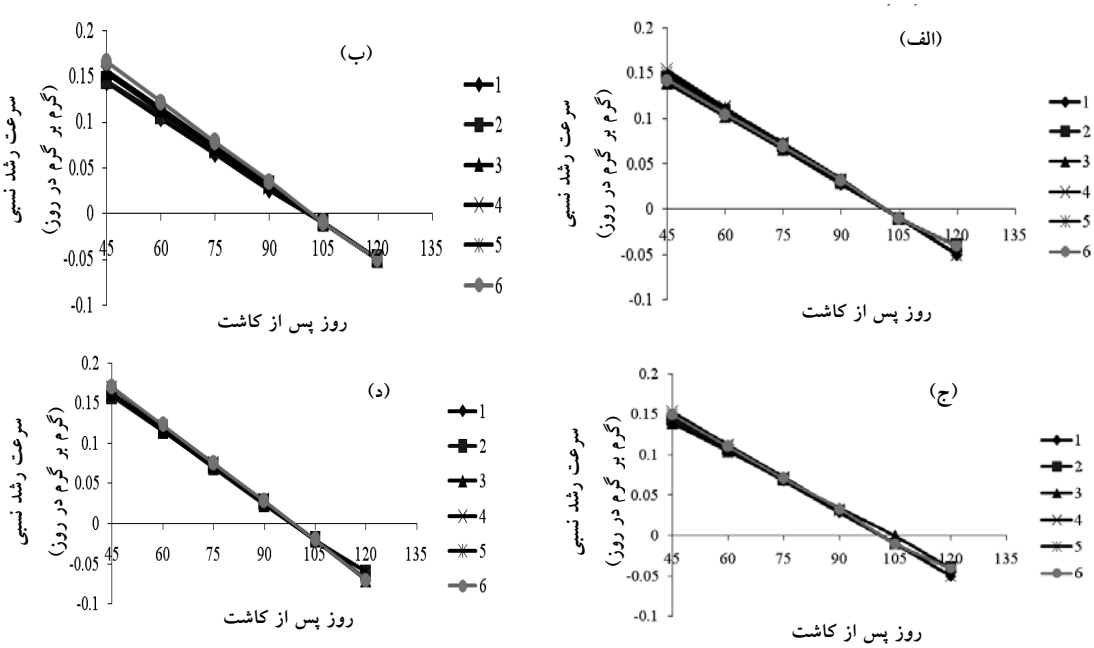
مهم‌ترین صفت مورد بررسی عملکرد دانه است که در سطح یک درصد تحت تأثیر تمامی اثرات از جمله اثر متقابل سه‌گانه قرار گرفت (جدول ۲). کاربرد توأم دو کود زیستی در کنار مصرف ۵۰ یا ۱۰۰ درصد کود فسفات توصیه شده تیمارهای پرایم شده بالاترین عملکرد را تولید نمودند این در حالیست که بین مصرف ۵۰ و ۱۰۰ درصد فسفات تفاوتی وجود ندارد (در هریک از حالات پرایم شده و پرایم نشده). در هر دو حالت ۵۰ و ۱۰۰ درصد مصرف کود فسفاته تیمارهای پرایم شده با کاربرد توأم دو کود زیستی بیش از ۲۰۰ درصد افزایش عملکرد نسبت به شرایط عدم کاربرد کودهای زیستی ایجاد نمودند. کاربرد کودهای زیستی با نصف میزان قابل توصیه، عملکرد برابری با مقدار کامل توصیه شده ایجاد می‌نماید البته در بررسی اثرات تک‌تک کودهای زیستی به خوبی مشخص است که کاربرد میکوریزا در مقایسه با بارور۲ اثر بیشتری بر افزایش عملکرد دارد (شکل ۶). در این راستا گزارش شده است که کاربرد میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفر و

www.SID.ir

Archive of SID



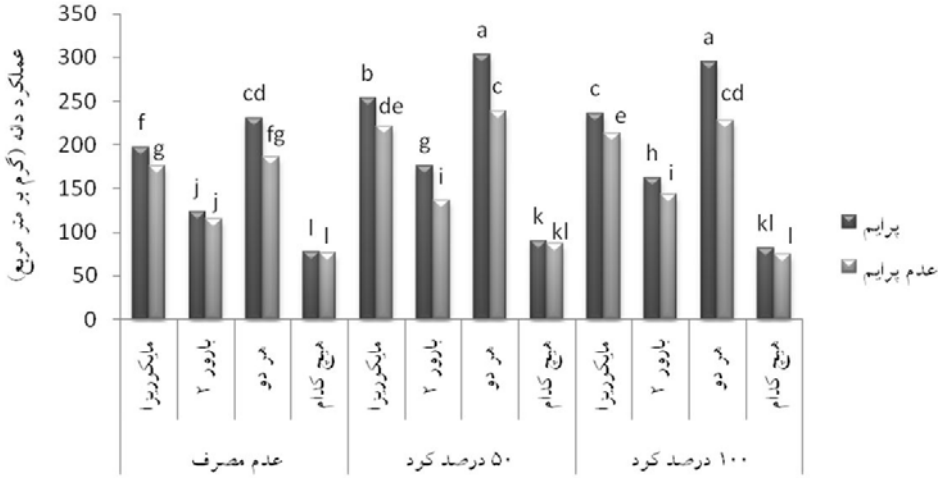
شکل ۴. روند تغییرات سرعت جذب خالص نخود در اثر کاربرد مایکوریزا (الف)، بارور۲ (ب)، کاربرد توأم (ج) و عدم کاربرد کود زیستی (د). (۱- عدم مصرف فسفر و پرایم ۲- پنجاه درصد فسفر و پرایم ۳- صد درصد فسفر و پرایم ۴- عدم مصرف فسفر و عدم پرایم ۵- پنجاه درصد فسفر و عدم پرایم ۶- صد درصد فسفر و عدم پرایم).



شکل ۵. روند تغییرات سرعت رشد نسبی نخود در اثر کاربرد مایکوریزا (الف)، بارور۲ (ب)، کاربرد توأم (ج) و عدم کاربرد کود زیستی (د). (۱- عدم مصرف فسفر و پرایم ۲- پنجاه درصد فسفر و پرایم، ۳- صد درصد فسفر و پرایم ۴- عدم مصرف فسفر و عدم پرایم ۵- پنجاه درصد فسفر و عدم پرایم ۶- صد درصد فسفر و عدم پرایم).

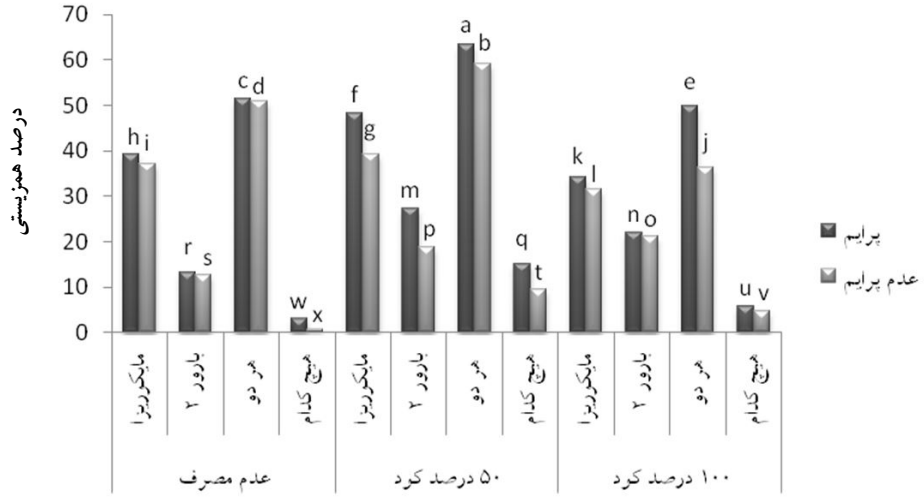
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. اثر کود زیستی، پرایمینگ و میزان مصرف فسفر بر عملکرد دانه نخود (LSD = ۲/۴۳).

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۷. اثر کود زیستی، پرایمینگ و میزان مصرف فسفر بر درصد همزیستی نخود (LSD = ۰/۰۶۳).

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

ریزجانداران و باکتری‌های پیش‌برنده رشد گیاه، توأم با مقادیر مناسب کود شیمیایی رشد رویشی را بهبود بخشید و سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه جو گردید (۲۸).

درصد همزیستی

با توجه به جدول ۲ اثرات اصلی و متقابل دو و سه‌گانه در سطح یک درصد معنی‌دار گردید فقط اثر متقابل کود زیستی در پرایم معنی‌دار نشد. با توجه به شکل ۷ تیمار پنجاه درصد مصرف فسفر به‌همراه پرایمینگ و کاربرد تلفیقی مایکوریزا و بارور۲ برای درصد همزیستی، از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با تیمارهای دیگر داشت (۶۳/۳۱ درصد). در حالت استفاده هم‌زمان از قارچ و پرایمینگ، در میزان درصد همزیستی تفاوت

www.SID.ir

Archive of SID

معنی‌داری حاصل شد (شکل ۷). احتمالاً به‌دلیل تقویت ریشه و گسترش و استقرار بهتر آن در بذور پرایم شده (۱۵) درصد همزیستی ریشه با قارچ میکوریزا افزایش پیدا کرده است. درصد همزیستی مایکوریزایی علاوه بر نوع گیاه و سیستم ریشه‌ای، به غلظت فسفر هم بستگی دارد. سطوح بسیار بالا و بسیار پایین فسفر خاک ممکن است سبب کاهش درصد همزیستی این نوع قارچ شود. سطوح بیش از مقدار مورد نیاز فسفر، جهت رشد گیاه، سبب حذف آربسکول‌ها در همزیستی قارچ‌های مایکوریزا می‌شود (۴۱).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد کاربرد کودهای بیولوژیک به‌همراه پرایمینگ توانست شاخص‌های مختلف رشد، به‌ویژه شاخص سطح برگ، عملکرد دانه و درصد همزیستی را افزایش دهد؛ از این‌رو کاربرد کودهای بیولوژیک ضمن کاهش قابل توجه مصرف کودهای شیمیایی و پیامدهای احتمالی اقتصادی و زیست محیطی آن، توانست در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی به‌تنهایی اثرات مطلوب‌تری را بر رشد نخود به‌همراه داشته باشد.

منابع مورد استفاده

1. Aboutalebian, M. A., F. Sharifzadeh, M. R. Jahansouz, A. Ahmadi and M. R. Naghavi. 2007. The effect of seed priming on germination, stand establishment and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in three different climates of Iran. *Iranian Journal of Field Crop Science* 39 (1): 145-154. (In Farsi).
2. Albrecht, C., R. Geurts and T. Bisseling. 1999. Legume nodulation and mycorrhizae formation, two extremes in host specificity meet. *Journal of European Molecular Biology Organization* 18(2): 281-288.
3. Asghar, H. N., Z. A. Zahir, M. Arshad and A. Khaliq. 2002. Relationship between invitro production of auxins by rhizobacteria and their growth-promoting activities in *Brassica juncea* L. *Biology and Fertility of Soils* 35: 231-237.
4. Azcon, R., M. Gomez and R. Tobar. 1996. Physiological and nutritional responses by *Lactuca sativa* L. to nitrogen sources and mycorrhizal fungi under drought conditions. *Biology and Fertility of Soils* 22: 156–161.
5. Barsa, M. A. S., E. A. Ehsanullah, M. A. Warraich and I. Afzal. 2003. Effect of storage on growth and yield of primed canola *Brassica napus* seeds. *International Journal of Agriculture and Biology* 5: 117-120.
6. Blackman, V. H. 1919. The compound interest law and plant growth. *Annals of Botany* 33: 353-358.
7. Buttery, B. R. and R. I. Buzzell. 1974. Evaluation of methods used in computing net assimilation rates of soybean. *Crops Science* 14: 41-44.
8. Cakmakci, R., F. Donmez, A. Aydýn and F. Sahin. 2006. Growth promotion of plants by plant growth promoting rhizobacteria under greenhouse and two different field soil conditions. *Soil Biology and Biochemistry* 38: 1482-1487.
9. Chabot, R., H. Antoun and M. Cescas. 1996. Growth promotion of maize and lettuce by phosphate – solubilizing *Rhizobium leguminosarum* biovar. *Phaseoli*. *Plant and Soil* 184: 311-321.
10. Dadrasi, V., M. A. Aboutalebian, G. Ahmadvand, S. S. Mousavi and M. Seyedi. 2012. Effect of on-farm seed priming and irrigation interval on the growth indices of two corn cultivars (*Zea mays* L.). *Journal of Agriculture Science* 5(7): 64-75. (In Farsi).
11. Ebrahimzadeh, H. 1990. Plant Physiology (2). Tehran University Press, Tehran. (In Farsi).
12. Egamberdiyeva, D., D. Juraeva, S. Poberejskaya, O. Myachina, P. Teryuhova, L. Seydalieva and A. Aliev. 2004. Improvement of wheat and cotton growth and nutrient uptake by phosphate solubilizing bacteria. *In:* Proceedings of 26th Southern Conservation Tillage Conference. Raleigh, North Carolina. pp. 322.
13. Farooq, M., S. M. A. Basra, E. A. Warraich and A. Khaliq. 2006. Optimization of hydro priming techniques for rice seed invigoration. *Seed Scieces and Technology* 34: 529-534.
14. Glick, B. R., C. B. Jacobson, M. M. K. Schwarze and J. J. Pasternak. 1994. 1-aminocyclopropane-1- carboxylic acid deaminase mutants of the plant growth promoting rhizobacteria *Pseudomonas putida* GR12-2 do not stimulate canola root elongation. *Canadian Journal of Microbiology* 40: 911-915.
15. Guan, Y., J. Hu, X. Wang and Ch. Shao. 2009. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature. *Seed Sicence* 10(6): 427-433.
16. Gulerer, M., M. Sait-Adak and H. Ulukan. 2001. Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *European Journnal of Agronomy* 14:

www.SID.ir

Archive of SID

161-166.
17. Harris, D. 2006. Development and testing of on-farm seed priming. *Advances in Agronomy* 90: 129 -178.
18. Hosseinzadeh, H. 2006. Affect of planting row spacing on yield and yield components and growth indices seedlings canola cultivars (*Brassica napus* L.) a second culture in paddy lands. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, University of Gilan, Iran. (In Farsi).
19. Karimian, N. 1998. Consequences of overuse of phosphorus chemical fertilizers. *Journal of Soil and Water* 12: 14-25. (In Farsi).
20. Karimi, M. M. and K. H. M. Siddique. 1991. Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivars. *Australian Journal of Agriculture Research* 42: 13-20.
21. Khalvati, M. A., A. Mozafar and U. Schmidhalter. 2005. Quantification of water uptake by arbuscular mycorrhizal hyphae and its significance for leaf growth, water relations, and gas exchange of barley subjected to drought stress. *Plant Biology Stuttgart* 7(6): 706-712.
22. Khorramdel, S., A. R. Koocheki, M. Nassiri Mahallati and R. Ghorbani. 2008. Effects of biofertilizers application on the growth and indices of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Iranian Journal of Crops Research* 6(2): 285-290. (In Farsi).
23. Klopper, J. W., M. N. Schroth and T. D. Miller. 1980. Effects of rhizosphere colonization by plant growth-promoting rhizobacteria on potato plant development and yield. *Phytopathology* 70:1078-1082.
24. Lebaschy, M. H. 1991. Role of radiation and leaf area in dry matter production of plants. *Pajouhesh and Sazandegi* 13: 26-33. (In Farsi).
25. Lebaschy, M. H. and E. Sharifi Ashour Abadi. 2004. Application of physiological growth indices for suitable harvesting of *Hypericum perforatum*. *Pajouhesh and Sazandegi* 65: 65-75.
26. Marulanda, A., R. Azcon and J. M. Ruiz-Lozano. 2003. Contribution of six arbuscular mycorrhizal fungi isolates to water uptake by *Lactuca sativa* plants under drought stress. *Physiologia Plantarum* 119: 525- 533.
27. Mehdizadeh, A., M. A. Aboutalebian, J. Hamzei and G. Ahmadvand. 2012. Effect of on-farm seed priming and weed control on emergence properties, some of growth indices, biological yield and grain yield of hybrid corn SC301 in Hamedan. *Cereal Research* 2(1): 57-70. (In Farsi).
28. Mehrvarz, S., M. R. Chaichi and H. A. Alikhani. 2008. Effect of phosphate solubilizing microorganisms and phosphorus chemical fertilizer on forage and grain quality of Barely (*Hordeum vulgare* L.). *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science* 3(6): 855-860.
29. Mondani, F., F. Golzardi, G. Ahmadvand, A. Sepehri, and A. Jahedi. 2006. Study of potato growth indices to weed interference period under commercial and seed poato densities. *Agricultural Research, Water, Soil and Plants in Agriculture* 6(4): 77-92. (In Farsi).
30. Mosavi, R., M. A. Aboutalebian, A. Sepehri and A. Mehdizadeh. 2012. Effect of sowing date and seed priming on germination, biological yield and some physiological characteristics of maize hybrid 260 in Hamedan. *Iranian Journal of Field Crop Science* 43(1): 39-49. (In Farsi).
31. Nasiri Mahallati, M., A. R. Koucheki, P. Rezvani and A. R. Beheshti. 2001. Agroecology. Mashhad University Press. (In Farsi).
32. Nazeri, P., A. Kashani, K. Khavazi, M. R. Ardakani and M. Mirakhori. 2012. Effect of application of microbial zinc granulated phosphorous biofertilizer on growth indices of bean. *Journal of Agronomy and Plant Breeding* 8(3): 111-126. (In Farsi).
33. Raeipur, L. and N. Aliasgarzadeh. 2007. The interaction of phousphate solubilizer bacteria and *Bradyrhizobium japanicum* on growth indices, nodulation and uptake of some nutrients in soybean. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science* 1(40): 52-63.
34. Rahchmndi, H., M. A. Aboutalebian, G. Ahmadvand and A. Jahedi. 2012. Effect of on farm seed priming and planting date on seed germination and some of physiological growth indices of three soybean cultivars (*Glycine max* L.) in Hamedan. *Iranian Journal of Field Crop Science* 4(43): 715-728. (In Farsi).
35. Rahnama, A. 2008. Plant Physiology. Pouran Pajouhesh Press. Tehran, Iran. (In Farsi).
36. Saman, M., A. Sepehri, G. Ahmadvand and S. H. Sabaghpour. 2007. Effect of irrigation at podding and seed filling on growth and yield of chickpea genotypes. *Agricultural Research, Water, Soil and Plants in Agriculture* 7(1): 55-72. (In Farsi).
37. Sarkhosh, A., M. A. Aboutalebian, J. Hamzei, and M. R. Abdollahi. 2012. Effects of on-farm seed priming and application time of nitrogen on some growth indices and yield on a maize cultivar (Sc704) in Asadabad. *Plant Production Technology* 12(1): 75-89. (In Farsi).
38. Sarmadnia, A. and A. R. Koucheki. 1994. Crop Physiology (Translated). Jahad Mashhad University Press, Mashhad, Iran.. (In Farsi).
39. Shi, S. F., G. J. Goscho and G. S. Rahil. 1981. Biomass production of sweet sorghum. *Agronomy Journal* 173: 1027-1031.

www.SID.ir

Archive of SID

40. Shobeiri, S., K. Ghassemi-Golezani, A. Golechin and J. Saba. 2007. Effect of water limitation on growth and yield of three chickpea cultivars in Zanjan. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 14: 32-43. (In Farsi).
41. Smith, S. E., F. A. Smith and I. Jakobsen. 2004. Functional diversity in arbuscular mycorrhizal (AM) symbioses: the contribution of the mycorrhizal P uptake pathway is not correlated with mycorrhizal responses in growth or total P uptake. *New Phytologist* 162: 511-52.
42. Soleymanifard, A., S. S. Pourdad, R. Naseri and A. Mirzaei. 2011. Effect of planting pattern on phenological characteristics and growth indices of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in rainfed conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science* 13(2): 282-298. (In Farsi).
43. Suslow, T. and M. N. Schroth. 1982. Rhizobacteria of suger beets: effects of seed application and root colonization on yield. *Phytopathology* 72:199-206.
44. Sylvia, D. M. and S. E. Williams. 1992. Vesicular-arbuscular mycorrhizae and environmental stress, pp. 101-124. *In:* G. J. Bethlenfalvay and R. G. Linderman, (Eds). Mycorrhizae in Sustainable Agriculture. American Society of Agronomy, Medison, Wisconsin.
45. Valadabadi, A., M. H. Lebaschi and H. Farahani. 2009. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi, penta oxide phosphate fertilizer and irrigation interval on physiological indices of coriander. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plant.* 25(3): 414-428. (In Farsi).
46. Vessy, K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizars. *Plant and Soil* 255: 571-586.
47. Weller, D. M. and R. J. Cook. 1982. Suppression of take-all of wheat by seed treatments with Fluorescent Pseudomonads. *Phytopathology* 73:463-459.
48. Yarniya, M., V. Ahmadzadeh, A. Farajzadeh Memari Tabrizi and N. Noori. 2008. Effect of priming and seed size and pigweed extract on germination and growth of soybean. *In:* Proceedings of the First National Conference on Seed Science and Technology of Iran. University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, Gorgan, Iran. (In Farsi).
49. Yuen, G. Y. and M. N. Schroth. 1986. Interactions of *Pseudomonas fluorescens* strain E6 with ornamental plants and its effect on the composition of root colonizing. *Phytopathology* 76:176-180.

www.SID.ir