Archive of SID

اثر کاربرد کودهای زیستی و اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های بیوشیمیایی و عناصر دانه ارقام نخود (*Cicer arietinum* L.) تحت شرایط دیم کرمانشاه

فردین مؤمنی[۱]، علیرضا ابدالی مشهدی[۲*]، سید عطاءاله سیادت[۳]، بابک پاکدامن سردرود[۴] و مختار قبادی[۵]

۱) دانشجوی دکتری گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.
۲) دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.
۳) استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.
۴) استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.
۵) دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

[*]نویسنده مسئول: alirezaabdali@asnrukh.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۱۵ **تاریخ پذیرش:۹۹/۰۲/۲۸**

چکیده

در این آزمایش اثر کودهای زیستی (عدم کاربرد کودهای زیستی، باکتری بیوسوپرفسفات، باکتری بیوسولفور، باکتری ریزوبیومی و قارچ میکوریز) و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک (عدم کاربرد، مصرف نیم و یک میلی‌مولار) بر ویژگی‌های بیوشیمیایی و عناصر دانه دو رقم نخود (بیونیج و آزاد) به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط دیم در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در کرمانشاه انجام شد. بیشترین میزان پرولین در ارقام بیونیج و آزاد در تیمار اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی‌مولار همراه با بیوسوپرفسفات (به‌ترتیب ۰/۰۴۹ و ۰/۰۴۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ)، بالاترین میزان قند محلول برگ در تیمار یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در ارقام بیونیج همراه با میکوریز و آزاد همراه با ریزوبیوم (به‌ترتیب ۲/۴۹ و ۲/۴۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ) و بیشترین میزان پروتئین محلول در تیمار یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و همراه با میکوریز و بیوسولفور (به‌ترتیب ۰/۱۷۲ و ۰/۱۶۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ) به‌دست آمد. بالاترین میزان پروتئین دانه در رقم آزاد با کاربرد بیوسولفور و میکوریز (۲۴/۸۳ درصد)، بیشترین رافینوز دانه (۰/۸۵۳ درصد) در رقم آزاد و با تیمار عدم کاربرد کودهای‌زیستی، بیشترین میزان پتاسیم دانه (۹۷۱/۶۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) در تیمار یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک همراه با قارچ میکوریز، بالاترین عملکرد دانه (۱۸۲۱ کیلوگرم در هکتار) با محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک نیم میلی‌مولار به‌همراه ریزوبیوم در رقم بیونیج به‌دست آمد. محلول-پاشی ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک همراه با باکتری ریزوبیومی و قارچ میکوریز علاوه بر بهبود ویژگی بیوشیمیایی و محتوای عناصر، منجربه افزایش ۳۱ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد گردید که به لحاظ اقتصادی بسیار قابل توجه بود.

واژه‌های کلیدی: پرولین، رافینوز، ریزوبیوم، عملکرد دانه و نیتروژن.

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

مقدمه

در بسیاری از مناطق خشک و نیمه خشک، نخود زراعی[1] مهم‌ترین گیاه از تیره بقولات است (Awari *et al*., 2017). در سال زراعی ۱۳۹۷ سطح زیرکشت نخود دیم در ایران ۵۳۱۴۳۱ هکتار بود که از این میزان ۲۲۰۰۲ هکتار آبی و ۵۰۹۴۳۰ هکتار دیم بود (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۸). تنش خشکی، رشد گیاه را با ایجاد دگرگونی‌های ریخت‌شناختی در ساختار گیاه و نیز با تأثیر بر چندین فرآیند زیست‌شیمیایی و فیزیولوژیکی مانند فتوسنتز، تنفس، متابولیسم عناصر غذایی و جذب، تراوایی غشاهای سلولی و پایداری آن ها و روابط آبی تحت تأثیر قرار می‌دهد (Jaleel *et al*., 2009). اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک آنتی اکسیدانت غیرآنزیمی بالقوه و یک سیگنال مولکولی مهم برای تغییر پاسخ‌های گیاه سویا به تنش محیطی عمل می کند (Simaei *et al*., 2011). نقش اسید سالیسیلیک در بهبود ویژگی‌های بیوشیمیایی مانند پروتئین‌های محلول، پرولین، رنگیزه‌های فتوسنتزی و میزان هورمون‌های گیاهی در نتیجه افزایش عملکرد گیاه جو در شرایط تنش شوری نشان داده شده است (Pakar *et al*., 2016). یکی از ساز و کارهای گیاهان در برابر تنش، انباشت پرولین در سلول است. نقش پرولین در تنظیم اسمزی، پایدارسازی غشاء و دفع مسمومیت یون‌های زیانبار در گیاهان تنش دیده است (Ashraf and Foolad, 2007). پرولین حلالیت پروتئین‌ها و آنزیم‌های گوناگون را تحت تاثیر قرار می‌دهد و از تغییر ماهیت آنها جلوگیری می‌کند (نورزاد و همکاران، ۱۳۹۴). اصطلاح کود زیستی به انبوه متراکم یک یا چند نوع جاندار سودمند و یا فرآورده متابولیکی آن‌ها گفته می‌شود که برای فراهم کردن عناصر غذایی و نیازهای هورمونی گیاه تولید و عرضه می‌شوند (لطیفی و امیدی، ۱۳۹۸). کودهای‌زیستی در برخی موارد به عنوان جایگزین و در بیشتر موارد به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی می‌توانند پایداری تولید نظام‌های کشاورزی را تضمین کنند (گرگینی شبانکاره و خراسانی نژاد، ۱۳۹۶). کاربرد برخی کودهای زیستی و استفاده از موادی مانند اسید سالیسیلیک شاید تا اندازه‌ای جذب عناصر غذایی توسط گیاه و انباشت آن‌ها در اندام‌های گوناگون آن را افزایش دهند. یکی از راه‌های افزایش قابلیت جذب فسفر استفاده از مواد زیستی می‌باشد (پزشکپور و همکاران، ۱۳۹۳). در این زمینه اثر مثبت میکوریز در سیستم‌های زراعی در ارتباط با نقش مؤثر این قارچ در جذب عناصر غذایی به ویژه فسفر می‌باشد (Roesti *et al*., 2006). میکوریز در افزایش توانایی گیاه میزبان برای جذب عناصر غذایی غیر متحرک، به‌ویژه فسفر و چندین ریزمغذی دیگر تاثیر سودمندی دارد. بنابراین قارچ‌های میکوریز دارای کارکرد چند منظوره در بوم نظام‌های زراعی هستند، به‌گونه‌ای که به بهبود کیفیت فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک می‌انجامند (Abdul-Jaleel *et al*., 2007). با نگرش به‌مواد غذایی ارزشمند نخود و فراهم کردن عناصر غذایی قشر فقیر جامعه با مصرف این محصول، نخود را در رده محصولات غذایی پر مصرف در ایران قرار داده است.

1- *Cicer arietinum* L.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

با توجه به اینکه عملکرد تولید نخود در ایران نزدیک به یک‌دوم میانگین عملکرد جهانی است، بهبود عملکرد این محصول با روش‌های به زراعی امری اجتناب ناپذیر می‌باشد. از این رو، این پژوهش برای بررسی اثر کاربرد کودهای‌زیستی و اسید سالیسیلیک بر ویژگی زیست شیمیایی، انباشت عناصر و عملکرد دانه دو رقم نخود (بیونیج و آزاد) انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی در شهر کرمانشاه اجرا شد. شهرستان کرمانشاه با ارتفاع ۱۳۱۹ متر از سطح دریا دارای میانگین بلند مدت بارندگی ۴۸۰-۴۵۰ میلی‌متر است. در این آزمایش، دو رقم بیونیج (محلی) و آزاد (اصلاح شده) از نخود، سه سطح محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک (عدم کاربرد، مصرف نیم و یک میلی‌مولار) و کودهای‌زیستی در پنج سطح شاهد، باکتری بیوسوپرفسفات[1]، باکتری بیوسولفور[2]، باکتری ریزوبیوم[3] و قارچ میکوریز[4] در آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در شرایط دیم اجرا شد. اعمال تیمارهای محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک روی برگ‌ها، نزدیک دو هفته قبل از گل‌دهی آغاز و به مدت ۲۰ روز ادامه یافت (رجبی و همکاران، ۱۳۹۱). اعمال تیمارهای کودهای زیستی هنگام کشت بذر انجام شد. باکتری بیوسولفور به میزان شش کیلوگرم در هکتار به همراه ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد بنتونیت-دار۹۰ درصد و کود دامی پوسیده به روش شیاری در زیر و کنار بذر (پیرو راهنمایی فنی کارشناسان شرکت فن‌آوری زیستی مهر آسیای تهران) به کار گرفته شد. قارچ میکوریز به‌میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و اختلاط با خاک منطقه گسترش ریشه (پیرو راهنمایی فنی شرکت فن‌آوری زیستی مهر آسیای تهران) به کار گرفته شد. دانه‌های ارقام نخود با بهره‌گیری از محلول چسباننده (صمغ عربی) و به روش پاششی[5] با زادمایه باکتری ریزوبیوم به میزان هفت گرم زادمایه که هر گرم آن 10^7 عدد باکتری زنده و فعال است و در بخش بیولوژی مؤسسه تحقیقات خاک و آب خالص‌سازی شده بود آغشته و بلافاصله پس از خشک شدن سطح دانه‌ها کشت شدند. کود مایع بیوسوپرفسفات تهیه شده از شرکت فن‌آوری زیستی مهر آسیا به روش پاششی بر روی بذور ارقام نخود پاشیده و بعد از خشک شدن سطح بذور، به کشت آن‌ها اقدام شد. برای آمیختن و مایه‌زنی دانه‌ها با کودهای زیستی، نخست دانه‌ها روی پلاستیک پاکیزه گسترانیده شدند، سپس با پاشش آرام مقدار مناسب زادمایه (یک لیتر یا یک‌کیلوگرم به ازای ۶۰ کیلوگرم دانه) بر روی دانه‌ها و با به هم زدن آن‌ها، دانه‌ها به گونه یکنواختی پوشش داده شدند. سپس دانه‌های مایه‌زنی شده در سایه گسترانیده شدند و پس از خشک شدن،

1- *Pseudomonas + Enterobacter*
2- *Thiobacillus spp.*
3- *Mesorhizobium ciceri*
4- *Rhizophagus irregularis*
5- Sprinkle application

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

آماده کشت شدند. در هر واحد آزمایشی به مساحت شش متر مربع (چهار متر طول و یک و نیم متر عرض) شش ردیف کشت با فاصله بوته ۱۰ سانتی‌متر از هم (تراکم ۴۰ بوته در متر مربع) وجود داشت. بذرها به عمق هفت سانتی‌متر در ۲۹ اسفندماه کشت شدند. پیش از کاشت، دو نمونه مرکب خاک به روش نمونه‌برداری از اعماق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری تهیه و طبق جدول‌های ۱ و ۲ آنالیز شدند. وضعیت هواشناسی محل انجام آزمایش نیز در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مربوط به خاک محل آزمایش گیاه نخود تحت شرایط دیم کرمانشاه

عمق خاک (سانتی‌متر)	بافت خاک	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	مواد خنثی شونده (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته
۳۰-۰	رسی	۶۰	۳۴	۶	۳۰	۱/۱	۷/۶
۶۰-۳۰	رسی	۵۶	۳۵	۹	۳۴	۱/۳	۷/۶

جدول ۲: برخی از ویژگی‌های خاک محل اجرای آزمایش گیاه نخود تحت شرایط دیم کرمانشاه

عمق خاک	کربن آلی	نیتروژن کل	گوگرد	فسفر	پتاسیم	منگنز	آهن	روی	مس
(سانتی‌متر)		(درصد)		(میلی‌گرم بر کیلوگرم)					
۳۰-۰	۰/۹	۰/۰۸	۰/۰۳	۱۰/۴	۴۳۰	۶/۸	۶/۱	۰/۴۱	۱/۰۴
۶۰-۳۰	۰/۶	۰/۰۶	۰/۰۲	۸	۳۹۰	۴/۶	۵	۰/۱۴	۰/۷۵

جدول ۳: میزان بارندگی و میانگین حداقل و حداکثر دما در طول کاشت تا برداشت گیاه نخود تحت شرایط دیم کرمانشاه

تاریخ کاشت	تاریخ برداشت	طول دوره رشد (روز)	شاخص‌های هواشناسی	ماه‌های سال				مجموع	میانگین ماهیانه
				اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد		
۹۵/۱۲/۲۹	۹۶/۰۴/۰۱	۹۵	میزان بارندگی (میلی‌متر)	۴۹/۷	۱۳۴/۵	۲۲/۴	۰	-	۸/۳۷
			میانگین دمای حداقل (درجه سلسیوس)	۵/۸	۶/۵	۹/۵	۱۱/۶۶	-	۲۲/۵
			میانگین دمای حداکثر (درجه سلسیوس)					۲۰۶/۶	۵۱/۶۵

پس از اعمال تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و در مرحله به نیام رفتن، اندازه‌گیری میزان پرولین برگ‌ها (مقدار ۰/۵ گرم از جوان‌ترین برگ توسعه یافته) به روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) و با استفاده از معرف نین هیدرین و اسید فسفریک انجام شد. میزان پروتئین محلول پس از اعمال تیمار محلول پاشی اسید سالیسیلیک و در مرحله به نیام رفتن، با استفاده از روش Bradford (۱۹۷۶) اندازه‌گیری شد. همچنین اندازه‌گیری میزان پروتئین دانه شامل استخراج پروتئین‌های ذخیره‌ای در بذر و اندازه‌گیری مقدار کمی این پروتئین‌ها از طریق اسپکتروفتومتری در طول موج ۵۹۵ نانومتر بود (کاظمی پور و اروین، ۱۳۷۸). اندازه‌گیری میزان قندهای محلول پس از اعمال تیمار محلول پاشی اسید سالیسیلیک و در مرحله به نیام رفتن، از روش Kochert (۱۹۸۷) با استفاده از اسپکتروفتومتر و در طول موج ۴۸۵ نانومتر انجام شد. میزان نیتروژن دانه با استفاده از روش کجلدال اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری فسفر در گیاه به روش کالریمتری و پس از هضم نمونه‌ها به روش خاکستر کردن انجام شد (امامی، ۱۳۷۵). برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، بوته‌های موجود در دو

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

ردیف میانی هر کرت پس از حذف حاشیه برداشت شد و تا زمان ثبات وزن خشک، در آون در دمای ۷۲ درجه سلسیوس قرار داده شدند. سپس دانه‌ها جدا و توسط ترازوی دیجیتالی عملکرد دانه اندازه‌گیری گردید. آنالیز داده‌ها با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۳ و مقایسه میانگین‌ها علاوه بر حالت کلی، برهم‌کنش سه گانه آن‌ها نیز از طریق برش دهی (برهم‌کنش تیمارهای کود زیستی و اسید سالیسیلیک بطور جداگانه با ارقام بیونیج و آزاد) با روش LSD صورت گرفت.

نتایج و بحث

برهم‌کنش سه‌گانه رقم × اسید سالیسیلیک × کودهای زیستی بر صفات محتوای پرولین برگ، قند و پروتئین محلول برگ، پروتئین، فسفر، گوگرد و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۴).

میزان پرولین محلول

در رقم بیونیج، بیشترین میزان پرولین محلول در تیمار کاربرد باکتری بیوسوپرفسفات و تیمار نیم میلی‌مولار اسید-سالیسیلیک به میزان ۰/۰۴۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ به‌دست آمد. کاربرد باکتری بیوسولفور و محلول یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به کمترین میزان پرولین محلول به میزان ۰/۰۲۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ انجامید که حدود ۶۰ درصد کمتر از تیمار کاربرد باکتری بیوسوپرفسفات و تیمار نیم میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک بود (جدول ۵). ساختار نیتروژنی پرولین موجب می شود که مصرف برخی کودهای تأمین کننده نیتروژن به تولید بیشتر آن در گیاه کمک کند (نورزاد و همکاران، ۱۳۹۴). به‌نظر می‌رسد محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک به پیدایش تنش اسمزی می‌انجامد و به-دنبال آن، تولید اسمولیت‌هایی مانند پرولین و قندهای محلول افزایش می‌یابد. در درون یاخته گیاهی، پرولین به‌عنوان ماده حفظ تعادل اسمزی بین سیتوپلاسم و واکوئل عمل می‌کند، کاهش مصرف پرولین جهت ساخت پروتئین در زمان تنش شاید دلیل احتمالی انباشت پرولین باشد (سعادتمند و انتشاری، ۱۳۹۱). با توجه به دسترسی عناصر غذایی در تیمارهای مصرف کود زیستی و افزایش انباشتگی پرولین به دنبال بهره‌گیری از کودهای زیستی، می‌توان پی برد که گیاه به هنگام دسترسی به عناصر غذایی، از پرولین و دیگر ترکیبات نیتروژنی برای تنظیم اسمزی بهره می‌برد. انباشتگی پرولین به‌علت تخریب پروتئین سینتتاز و کاهش تبدیل پرولین به پروتئین بوده که منجر به کاهش رشد می‌گردد. از این روی در هنگام تنش، پروتئین گیاه برای تولید پرولین به کار گرفته می‌شود و در نتیجه رشد گیاه کاهش و در نهایت متوقف خواهد شد (Mittler, 2006). دستاوردهای برخی دیگر از بررسی‌ها با نتایج این مطالعه منطبق بود. برای نمونه در بررسی بر روی گیاه عدس مشخص شد که اسید سالیسیلیک به انباشتگی پرولین در شرایط تنش انجامید (Heidari *et al*., 2006). افزایش اسمولیت‌هایی از قبیل پرولین و قندها نشان‌دهنده کاهش آسیب اکسیداتیو و نقش اسید سالیسیلیک در افزایش تحمل در برابر شرایط نامساعد محیطی می باشد (کشاورز و همکاران، ۱۳۹۱).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴: تجزیه واریانس صفات بیوشیمیایی برگ تازه، عناصر غذایی دانه نخود و عملکرد دانه در واکنش به سطوح مختلف ارقام، اسید سالیسیلیک و کودهای‌زیستی گیاه نخود تحت شرایط دیم کرمانشاه

		میانگین مربعات									
منابع تغییرات	درجه آزادی	پرولین برگ	قند محلول برگ	پروتئین محلول برگ	پروتئین دانه	رافینوز دانه	نیتروژن دانه	پتاسیم دانه	فسفر دانه	گوگرد دانه	عملکرد دانه
بلوک	۲	۰/۰۰۰۰۰ ns	۰/۰۰۰۹ ns	۰/۰۰۰۰۰ ns	۰/۰۲ ns	۰/۰۰۰۲ ns	۰/۰۰۰۵ ns	۵۵/۳ ns	۳۳/۱	۰/۰۰۰۰۰۰۶ ns	۱۲۸۷۲ ns
رقم	۱	۰/۰۰۰۰۵**	۰/۰۰۰۴ ns	۰/۰۰۰۱۰ ns	۲/۵۳ **	۰/۰۱۰۰**	۰/۰۶۰۰ **	۴۱۸۶**	۲۴۰۲**	۰/۰۰۰۰۰۴۰ ns	۱۶۲۸۰۵۰**
اسید سالیسیلیک	۲	۰/۰۰۳۰۰**	۴/۴۱۰۰**	۰/۰۱۰۰۰**	۰/۴۳**	۰/۰۰۱۰*	۰/۰۱۰۰ **	۷۰۴**	۲۰۰۶**	۰/۰۰۰۱۰۰۰**	۲۸۶۵۴۰**
کودهای زیستی	۴	۰/۰۰۰۲۰**	۰/۴۶۰۰**	۰/۰۰۶۰۰**	۰/۷۰**	۰/۰۰۶۰**	۰/۰۱۰۰ **	۱۳۷۵**	۷۹۸**	۰/۰۰۰۰۱۰۰ ns	۲۸۰۸۸۴**
رقم × اسید سالیسیلیک	۲	۰/۰۰۰۰۱**	۰/۰۰۳۰ ns	۰/۰۰۰۲۰*	۰/۱۳ ns	۰/۰۰۳۰**	۰/۰۰۳۰ ns	۱۷۲*	۲۷۵ ns	۰/۰۰۰۰۳۰۰*	۲۲۱۱۴*
رقم × کودهای زیستی	۴	۰/۰۰۰۰۲**	۰/۰۰۰۵ ns	۰/۰۰۰۳۰**	۱/۰۳**	۰/۰۰۷۰**	۰/۰۲۰۰**	۵۹۹**	۶۴۴**	۰/۰۰۰۰۹۰۰**	۱۰۰۰۶ ns
اسید سالیسیلیک × کودهای زیستی	۸	۰/۰۰۰۲۰**	۰/۰۶۰۰**	۰/۰۰۰۴۰**	۰/۰۹ ns	۰/۰۰۰۴ ns	۰/۰۰۲۰ ns	۲۰۴**	۳۹۲**	۰/۰۰۰۰۴۰۰**	۲۳۴۸۱**
رقم × اسید سالیسیلیک × کودهای زیستی	۸	۰/۰۰۰۰۱ **	۰/۰۱۰۰*	۰/۰۰۰۲۰**	۰/۰۹ ns	۰/۰۰۰۴ ns	۰/۰۰۲۰ ns	۳۷/۴ ns	۳۵۹*	۰/۰۰۰۰۲۰۰*	۱۴۸۷۳*
خطای آزمایش	۵۸	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۶۰	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۷	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۱۰	۷۰/۴	۱۷۰	۰/۰۰۰۰۱۰۰	۷۲۹۱
ضریب تغییرات (درصد)		۴/۱۰	۳/۸۹	۶/۳۲	۱/۱۲	۲/۲۵	۱/۱۲	۰/۸۸	۳/۶۵	۱/۳۵	۶/۱۷

* و ** به‌ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج و یک درصد، ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

میزان قندهای محلول

بالاترین میزان قند محلول در برگ در رقم بیونیج در تیمار کاربرد یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به‌همراه کاربرد میکوریز به میزان ۲/۴۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ حاصل شد در حالی که در رقم آزاد بیشترین میزان قند محلول (۲/۴۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ) در تیمار کاربرد یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به‌همراه کاربرد باکتری ریزوبیوم به‌دست آمد (جدول ۵). مقدار قند در بافت برگ یکی از ویژگی‌های مهم گیاه است، چون به طور مستقیم در ارتباط با فرایندهای فیزیولوژیک مانند فتوسنتز و انتقال مواد تنفسی است (Banerjee *et al*., 2012). افزایش غلظت اسید سالیسیلیک در ترکیب با کاربرد کودهای زیستی، تولید قندهای محلول را به میزان بیشتری افزایش داد. تغییرات ترکیبات نیتروژنی و قندها برای حفظ تعادل کربن و نیتروژن از جمله عوامل سرنوشت‌ساز در بقاء گیاه در شرایط تنشی می‌باشند (Schubert *et al*., 1995). افزایش غلظت قندها علاوه بر اینکه به منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی در سیتوپلاسم می‌انجامد، در حفاظت اسمزی غشاها و پروتئین‌ها و همچنین جاروب کردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن نیز نقش دارد (Kerepesi and Galiba, 2000). در این بررسی، میزان قندهای محلول در رقم بیونیج و در تیمار کاربرد میکوریز به همراه کاربرد اسید سالیسیلیک (با غلظت یک میلی‌مولار) به افزایش ۶۸ درصدی میزان قندهای محلول همسنجی با تیمار شاهد انجامید. با این همه، در رقم بیونیج و در سطح تیمار اسید سالیسیلیک (یک میلی‌مولار) کاربرد باکتری ریزوبیوم میزان تولید قندهای محلول را در همسنجی با عدم کاربرد هر دو تیمار یاد شده ۶۵ درصد افزایش داد. Poor و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که افزودن اسید سالسیلیک به محیط کشت، قندهای محلول در گوجه فرنگی را افزایش می‌دهد. اسید سالیسیلیک سبب تحریک هیدرولیز قندها می‌شود و با افزایش ترکیباتی مانند قندهای محلول همراه با ایجاد یک منبع اسمزی به کاهش زیان تنش می‌انجامد (نظام دوست و همکاران، ۱۳۹۵). افزایش میزان قندهای محلول می‌تواند به علت انباشتگی آن‌ها در برگ‌ها به دلایل کاهش بارگیری آوند آبکش، کاهش ظرفیت انتقال آسیمیلات‌ها و یا کاهش سرعت بهره‌گیری از آن‌ها در اندام‌های مخزن باشد (Alaousi-Sosse *et al*., 2004). قارچ میکوریز و باکتری ریزوبیوم بیشترین اثر مثبت را بر افزایش میزان قندهای محلول در ارقام نخود داشتند. اثر این ریزجانداران بیشتر می‌تواند به‌دلیل افزایش قابلیت جذب عناصری از قبیل نیتروژن، بیوسنتز بیش‌تر کلروفیل و فتوسنتز در برگ گیاهان تیمار شده با کودهای زیستی باشد که از دلایل تولید بیش‌تر قندها در برگ‌ها است (Ram Rao *et al*, 2007).

پروتئین محلول

در تیمار عدم کاربرد کودهای زیستی و اسید سالیسیلیک، کمترین میزان پروتئین محلول به میزان ۰/۰۷۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ در دو رقم بیونیج و آزاد به‌دست آمد. بالاترین میزان پروتئین محلول در رقم بیونیج به میزان ۰/۱۷۲

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ در سطح تیمار اسید سالیسیلیک (یک میلی‌مولار) و کاربرد قارچ میکوریز حاصل شد که حدود ۶۵ درصد کمتر از تیمار قبلی بود (جدول ۵). پاداش و همکاران (۱۳۹۵) گزارش نمودند که کاربرد اسید سالیسیلیک به افزایش میزان پروتئین محلول در گیاه ریحان انجامید. برخی دیگر از پژوهشگران نیز افزایش میزان پروتئین محلول در پی کاربرد اسید سالیسیلیک را گزارش نمودند (Pirasteh-Anosheh *et al*, 2016).

جدول ۵: مقایسه میانگین و برش‌دهی برهم‌کنش سه گانه رقم، اسید سالیسیلیک و کود زیستی در برگ تازه گیاه نخود بر صفات مورد آزمایش تحت شرایط دیم کرمانشاه

رقم	تیمارها		کود زیستی	پرولین محلول	قند محلول	پروتئین محلول
	اسید سالیسیلیک			(میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)		
بیونیچ	عدم کاربرد		عدم کاربرد	۰/۰۲۱ lmn(hi)	۱/۴۸ m(h)	۰/۰۷۶ m(i)
			بیوسوپرفسفات	۰/۰۲۲ lm(hi)	۱/۵۷ klm(gh)	۰/۰۷۸ m(i)
			بیوسولفور	۰/۰۲۴ l(h)	۱/۵۹ klm(gh)	۰/۱۳۴ d-h(def)
			ریزوبیوم	۰/۰۳۷ h(e)	۱/۶۹ jk(fg)	۰/۱۱۹ i-l(gh)
			میکوریز	۰/۰۴۰ g(d)	۱/۴۸ m(h)	۰/۱۳۰ e-i(efg)
	۰/۵ میلی‌مولار		عدم کاربرد	۰/۰۴۸ ab(ab)	۱/۷۸ ij(ef)	۰/۱۰۶ l(h)
			بیوسوپرفسفات	۰/۰۴۹ a(a)	۲/۲۲ c-f(bcd)	۰/۱۳۸ c-g(c-f)
			بیوسولفور	۰/۰۴۶ bc(bc)	۲/۱۱ fg(d)	۰/۱۴۲ c-f(cde)
			ریزوبیوم	۰/۰۴۶ cd(c)	۲/۳۰ cd(b)	۰/۱۴۸ cd(cd)
			میکوریز	۰/۰۴۵cde(c)	۲/۱۶ef(cd)	۰/۱۴۴cde(cde)
	۱ میلی‌مولار		عدم کاربرد	۰/۰۳۱ ij (fg)	۱/۸۹ hi(e)	۰/۱۲۶ g-j(fg)
			بیوسوپرفسفات	۰/۰۳۳ i(f)	۲/۲۶ cde(bc)	۰/۱۳۷ c-g(c-f)
			بیوسولفور	۰/۰۲۰ mn(i)	۲/۴۵ ab(a)	۰/۱۵۰ bc(bc)
			ریزوبیوم	۰/۰۳۰j(g)	۲/۴۴ ab(a)	۰/۱۶۴ ab(ab)
			میکوریز	۰/۰۳۳ i (f)	۲/۴۹ a(a)	۰/۱۷۲ a(a)
آزاد	عدم کاربرد		عدم کاربرد	۰/۰۲۰ n(f)	۱/۴۹ m(i)	۰/۰۷۶ m(g)
			بیوسوپرفسفات	۰/۰۲۰ mn(f)	۱/۵۹ klm(ghi)	۰/۱۲۱ h-k(e-f)
			بیوسولفور	۰/۰۲۲ lmn(f)	۱/۵۷ klm(ghi)	۰/۱۴۱ c-f(bc)
			ریزوبیوم	۰/۰۴۳ ef(bc)	۱/۶۸ jk(g)	۰/۱۱۵ j-l(ef)
			میکوریز	۰/۰۴۱ fg(c)	۱/۵۲ lm(hi)	۰/۱۲۵ g-j(de)
	۰/۵ میلی‌مولار		عدم کاربرد	۰/۰۴۳ ef(bc)	۱/۶۵ kl(gh)	۰/۱۰۹ kl(f)
			بیوسوپرفسفات	۰/۰۴۸ ab(a)	۲/۱۵ ef(e)	۰/۱۳۵ d-g(cd)
			بیوسولفور	۰/۰۴۸ ab(a)	۲/۲۴ cde(cde)	۰/۱۴۰ c-f(bc)
			ریزوبیوم	۰/۰۴۴ de(b)	۲/۲۲ c-f(cde)	۰/۱۵۰ c(b)
			میکوریز	۰/۰۴۴ de(b)	۲/۱۸ def(de)	۰/۱۲۹ f-j(cde)
	۱ میلی‌مولار		عدم کاربرد	۰/۰۲۲ lmn(f)	۲/۰۰ gh(f)	۰/۱۲۶ g-j(de)
			بیوسوپرفسفات	۰/۰۳۱ ij(d)	۲/۳۴ bc(bc)	۰/۱۴۲ c-f(bc)
			بیوسولفور	۰/۰۲۲ lmn(f)	۲/۳۰ cd(cd)	۰/۱۶۷ a(a)
			ریزوبیوم	۰/۰۲۷ k(e)	۲/۴۸ a(a)	۰/۱۶۵ a(a)
			میکوریز	۰/۰۳۱ ij (d)	۲/۴۴ ab(ab)	۰/۱۶۴ a(a)

وجود حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است.
حروف بیرون پرانتز مقایسه میانگین اثرهای متقابل کلی و حروف درون پرانتز مقایسه میانگین به روش برش‌دهی را نشان می‌دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

کاربرد اسید سالیسیلیک به‌همراه کودهای زیستی گوناگون میزان تولید پروتئین محلول در برگ ارقام نخود را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. افزایش غلظت اسید سالیسیلیک به افزایش تولید پروتئین محلول انجامید. در رقم بیونیج کاربرد قارچ میکوریز در سطح تیمار اسید سالیسیلیک (۱ میلی‌مولار) تولید پروتئین محلول را نسبت به سطوح صفر و ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به ترتیب ۲۵ و ۱۷ درصد افزایش داد. کاربرد قارچ میکوریز در همراهی با محلول‌پاشی ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک، تولید پروتئین محلول را در رقم بیونیج نسبت به تیمار عدم کاربرد آن‌ها نزدیک به ۶۶ درصد افزایش داد (جدول ۵). افزایش میزان پروتئین محلول به‌دنبال کاربرد کودهای‌زیستی در کارهای سایر پژوهشگران نیز دیده شده است. کاربرد کودهای‌زیستی، با تثبیت زیستی بیشتر نیتروژن، سنتز اسیدهای آمینه در برگ‌ها را افزایش داده و به انباشتگی پروتئین در برگ‌ها یاری می‌دهد (نصری و قادری، ۱۳۹۳). کاهش در محتوای پروتئینی می‌تواند به دلیل کاهش در ساخت برخی پروتئین‌ها و یا شاید افزایش فعالیت آنزیم‌های شکافنده پروتئین‌ها باشد (Khudsar *et al*., 2001). همچنین، شکافت پروتئین‌ها به عنوان یک فرآیند مهم همراه با اکسیداسیون پروتئین به کاهش محتوای پروتئین می‌انجامد (Palma *et al*., 2002). افزایش محتوای پروتئین‌های محلول با جلوگیری از تخریب آنها یا انگیزش ساخت آن‌ها، یکی از سازوکارهای اسیدسالیسیلیک برای القای تحمل به تنش گزارش شده است (Pirasteh-Anosheh *et al*., 2016). همچنین، افزایش مقدار پروتئین کل در برگ‌ها با افزودن کودهای زیستی شاید به علت جذب بیشتر و در دسترس نهادن نیتروژن و فسفر باشد (Ram Rao *et al*., 2007). اثر دوگانه رقم × اسیدسالیسیلیک بر صفات رافینوز، پتاسیم، گوگرد و عملکرد دانه معنی‌دار شد، اما برهم‌کنش دو گانه رقم × کودهای زیستی بر همه صفات بجز قند محلول برگ و عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۴).

پروتئین دانه

میزان پروتئین دانه در رقم آزاد و کاربرد کودهای‌زیستی بیوسولفور و میکوریز (۲۴/۸۳ درصد) بیشتر از دیگر تیمارها بود. در حالی که در رقم بیونیج، میزان پروتئین دانه با کاربرد ریزوبیوم (۲۴/۶۵ درصد) بیشتر از دیگر تیمارها بود. در رقم بیونیج کمترین میزان پروتئین دانه با عدم کاربرد کودهای‌زیستی (۲۳/۶۴ درصد) و در رقم آزاد با کاربرد کود زیستی بیوسوپرفسفات و ریزوبیوم (۲۴/۳۲ درصد) در پیوند بود (جدول ۶). با افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن، میزان پروتئین دانه نیز افزایش می‌یابد (Ghani *et al*., 2000). با این همه، با نگرش به خشکی محیط در شرایط دیم، دما و رطوبت نیز بر میزان انباشت مواد در دانه تأثیر دارند و به کاهش انتقال مواد به دانه می‌انجامند (داودی و همکاران، ۱۳۹۵; سیدی و همکاران، ۱۳۹۷). کودزیستی بر بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه تأثیر مثبت دارد که به دنبال مایه‌زنی باکتری‌ها، کارایی تنظیم کنندگی مناسب رویش، کنشگری فیزیولوژیکی و متابولیکی در گیاه افزایش می‌یابد و به افزایش میزان پروتئین دانه می

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

انجامد (Ram Rao *et al*., 2007). امیری و همکاران (۱۳۹۶) دریافتند که کاربرد کود زیستی بیوسولفور به افزایش ۱۱ درصدی پروتئین دانه گیاه گاوزبان و کاربرد اسید سالیسیلیک و میکوریز به افزایش میزان گوگرد در دانه نخود می انجامد و میزان پروتئین دانه را نیز افزایش می دهد. به نظر می‌رسد که برخی ریزجانداران در کودهای زیستی شاید با انحلال فسفات نامحلول و افزایش مقدار فسفر در دسترس گیاه، باعث افزایش تثبیت نیتروژن شده و با توجه به نقش نیتروژن در پروتئین دانه، به افزایش پروتئین دانه می انجامد (Olivera *et al*., 2002).

رافینوز دانه

در این بررسی، بیشترین و کمترین میزان رافینوز دانه در رقم بیونیج به‌ترتیب در تیمار کاربرد قارچ میکوریز (۰/۸۵۱ درصد) و در تیمار شاهد (۰/۷۷۲ درصد) به‌دست آمد که اختلاف بین آنها حدود ۱۰ درصد بود. در حالی که در رقم آزاد به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان رافینوز دانه در تیمار شاهد (۰/۸۵۳ درصد) و در تیمار کاربرد میکوریز (۰/۸۳۴ درصد) بود و از این دیدگاه، این دو رقم واکنش یکسانی به کاربرد کودهای زیستی از خود نشان ندادند (جدول ۶). از سویی کاربرد محلول نیم میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک در رقم بیونیج به بیشترین میزان رافینوز دانه (۰/۸۳۲ درصد) انجامید، با این همه، بیشترین میزان رافینوز دانه در رقم آزاد (۰/۸۵۳ درصد) در تیمار عدم کاربرد اسید سالیسیلیک به‌دست آمد (جدول ۷). افزایش مقاومت گیاهان در برابر شرایط نامساعد با افزایش مقدار قندهای محلول در ارتباط است و قندهایی مانند رافینوز، ساکاروز و سوربیتول نخستین زیرواحدهای محافظت کننده گیاه هستند و افزایش مقدار این قندها، گیاه را در برابر شرایط نامساعد محیطی مقاوم می‌سازد (Ranney *et al*., 1991). در مورد افزایش رافینوز در اثر کاربرد کودهای‌زیستی می‌توان به اثر مثبت کودهای زیستی بر سوخت و ساز قند و در پی آن افزایش رویش گیاه اشاره کرد (Escalada and Ratilla, 1998).

نیتروژن دانه

میزان نیتروژن دانه در رقم بیونیج با کاربرد کودهای‌زیستی نسبت به عدم کاربرد آن‌ها افزایش یافت. در این رقم بیشترین میزان نیتروژن دانه در تیمار کاربرد ریزوبیوم (۳/۹۴ درصد) در همسنجی با تیمار عدم کاربرد کودهای‌زیستی (۳/۷۸ درصد) به میزان پنج درصد بیشتر بود. همچنین در رقم آزاد بیشترین میزان نیتروژن دانه در تیمار کاربرد کود-زیستی میکوریز (۳/۹۷ درصد) به‌دست آمد و هر چند که اختلاف معنی‌دار با بیوسولفور و عدم کاربرد کود زیستی نداشت، به اندازه دو درصد از میزان نیتروژن دانه در تیمار بیوسوپرفسفات و ریزوبیوم (۳/۸۹ درصد) بیشتر بود (جدول ۶). کاربرد کودهای‌زیستی دارای باکتری‌های افزاینده رشد به افزایش ۸/۸ درصدی محتوای نیتروژن دانه ذرت انجامید (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۳). یکی از دلایل برتری تیمار کودهای زیستی به تیمار شاهد را می‌توان به افزایش میزان نیتروژن خاک در

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

پی فعالیت باکتری‌ها و هم‌چنین افزایش توسعه سطح ریشه برای جذب نیتروژن از خاک دانست که به بالا رفتن میزان نیتروژن در دانه گیاه می‌انجامد (مقصودی و همکاران، ۱۳۹۳). در پی کاربرد باکتری افزاینده رشد آزوسپیریلیوم[1] به افزایش ۴۰/۱ درصدی پروتئین دانه در رقم آزاد نخود انجامید (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۶).

پتاسیم دانه

در ارقام بیونیج و آزاد بالاترین میزان پتاسیم دانه به ترتیب به میزان ۹۵۷/۴۹ و ۹۶۳/۳۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم در تیمار کاربرد قارچ میکوریز حاصل شد که اختلاف بین آن‌ها کمتر از یک درصد بود و عدم کاربرد کودهای زیستی به کاهش انباشت پتاسیم در دانه هر دو رقم انجامید، هر چند که در رقم بیونیج با تیمار کاربرد بیوسوپرفسفات ناهمسانی معنی‌داری نداشت (جدول ۶). نتایج همچنین نشان داد که برهم‌کنش دوگانه اسید سالیسیلیک × کودهای زیستی بر میزان پتاسیم دانه معنی‌دار بود (جدول ۴). با توجه به نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش رقم × اسید سالیسیلیک نشان داد که میزان پتاسیم دانه در رقم بیونیج با کاربرد اسید سالیسیلیک بیشتر از عدم کاربرد آن بود و در رقم آزاد بیشترین میزان پتاسیم دانه با غلظت یک میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به‌دست آمد. بیشینه و کمینه مقدار پتاسیم دانه به‌ترتیب در رقم آزاد به‌میزان ۹۶۴/۴۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم در تیمار کاربرد اسید سالیسیلیک (یک میلی‌مولار) و در رقم بیونیج به‌میزان ۹۳۸/۳۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم در تیمار عدم کاربرد اسید سالیسیلیک به‌دست آمد که اختلاف بین آنها حدود ۳/۵ درصد بود (جدول ۷). با کاربرد محلول نیم میلی‌مولار اسید سالیسیلیک کمترین میزان پتاسیم دانه در تیمار عدم کاربرد کودهای‌زیستی به‌دست آمد (جدول ۸). دلیل افزایش جذب پتاسیم در کاربرد تیمار کودزیستی، می‌تواند مربوط به رویش و گسترش زود و بسیار ریشه باشد و این امر مؤید این نکته است که واکنش خوب گیاه به پتاسیم زمانی دیده می‌شود که اندازه مناسبی از نیتروژن و فسفر قابل جذب در خاک موجود باشد (Han *et al*., 2006). همچنین، افزایش غلظت پتاسیم با کاربرد کودهای‌زیستی را می‌توان پیامد اثرهای سودمند این ریزجانداران در افزایش فتوسنتز، رویش گیاه، افزایش انبوهی، در ازای ریشه مویین و و جذب سطحی ریشه گیاه دانست. همچنین سیتوکینین تولید شده به‌وسیله کودهای‌زیستی منبع بزرگی جهت جذب عناصری مانند آهن، منیزیوم و پتاسیم است (Lalitha *et al*., 2012). امیری و همکاران (۱۳۹۶) نیز افزایش میزان پتاسیم دانه گلرنگ در واکنش به کاربرد اسید سالیسیلیک را گزارش نمودند. علت افزایش در جذب پتاسیم در شرایط تنش را سازوکار جذب فعال این یون گزارش شده که گیاه، جهت افزایش مقاومت خود، برخلاف پدیده انتشار، با صرف انرژی غلظت پتاسیم را در اندام‌ها بالا می‌برد (ساکی‌نژاد و بخشنده، ۱۳۸۸). در این بررسی کاربرد اسید سالیسیلیک با اثر مثبت بر جذب پتاسیم از این فرآیند جلوگیری می‌نماید. اسید سالیسیلیک از طریق تنظیم بیان و

1- *Azospirillum brasilense*

www.SID.ir

Archive of SID

فعالیت پمپ‌های پروتونی، باعث افزایش غلظت یون‌های پتاسیم و کاهش یون‌های سدیم در سیتوپلاسم می‌شود (امیری، ۱۳۹۷).

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

جدول ۶: مقایسه میانگین برهم‌کنش رقم × کودهای زیستی از نظر صفات مورد آزمایش دانه نخود درشرایط دیم منطقه کرمانشاه

رقم	کود های زیستی	پروتئین دانه (درصد)	رافینوز دانه (درصد)	نیتروژن دانه (درصد)	پتاسیم دانه (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)
بیونیج	عدم کاربرد	۲۳/۶۴d	۰/۷۷۲c	۳/۷۸d	۹۳۰/۰۲c
	بیوسوپرفسفات	۲۴/۱۷c	۰/۷۷۷c	۳/۸۶c	۹۲۸/۵۰c
	بیوسولفور	۲۴/۲۲c	۰/۸۴۴ab	۳/۸۷c	۹۵۵/۷۷ab
	ریزوبیوم	۲۴/۶۵ab	۰/۸۴ab	۳/۹۴ab	۹۵۲/۷۳b
	میکوریز	۲۴/۴۲bc	۰/۸۵۱ab	۳/۹۰bc	۹۵۷/۴۹ ab
آزاد	عدم کاربرد	۲۴/۶۲ab	۰/۸۵۳a	۳/۹۳ab	۹۵۳/۸۴b
	بیوسوپرفسفات	۲۴/۳۲c	۰/۸۴۰ab	۳/۸۹c	۹۵۶/۸۸ab
	بیوسولفور	۲۴/۷۰a	۰/۸۵۲ab	۳/۹۵a	۹۵۹/۲۷ab
	ریزوبیوم	۲۴/۳۲c	۰/۸۴۷ab	۳/۸۹c	۹۵۹/۳۳ab
	میکوریز	۲۴/۸۳a	۰/۸۳۴b	۳/۹۷a	۹۶۳/۳۹a

وجود حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد براساس آزمون LSD است.

جدول ۷: مقایسه میانگین برهم‌کنش ارقام × اسید سالیسیلیک از نظر رافینوز و پتاسیم دانه نخود در شرایط دیم منطقه کرمانشاه

رقم	اسید سالیسیلیک	رافینوز دانه (درصد)	پتاسیم دانه (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)
بیونیج	عدم کاربرد	۰/۷۹۹ d	۹۳۸/۳۵ d
	نیم میلی‌مولار	۰/۸۳۲ bc	۹۴۷/۷۵ c
	یک میلی‌مولار	۰/۸۱۹ c	۹۴۸/۶۱ c
آزاد	عدم کاربرد	۰/۸۵۳ a	۹۵۵/۳۱ b
	نیم میلی‌مولار	۰/۸۴۳ ab	۹۵۵/۸۹ b
	یک میلی‌مولار	۰/۸۳۹ b	۹۶۴/۴۳ a

وجود حروف مشابه به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد بر اساس آزمون LSD است.

جدول ۸: مقایسه میانگین برهم‌کنش اسید سالیسیلیک× کودهای زیستی از نظر پتاسیم دانه نخود (بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) درشرایط دیم منطقه کرمانشاه

	اسید سالیسیلیک		
کودهای زیستی	عدم کاربرد	نیم میلی‌مولار	یک میلی‌مولار
عدم کاربرد	۹۴۰/۱۳ ef	۹۳۹/۱۷ ef	۹۴۶/۵۰ de
بیوسوپرفسفات	۹۳۵/۴۵ f	۹۵۲/۵۰ cd	۹۴۰/۱۲ ef
بیوسولفور	۹۵۱/۸۷ cd	۹۵۴/۵۰ cd	۹۶۶/۱۸ ab
ریزوبیوم	۹۵۳/۳۸ cd	۹۵۶/۵۷ bc	۹۵۸/۱۵ bc
میکوریز	۹۵۳/۳۰ cd	۹۵۶/۳۷ c	۹۷۱/۶۵ a

وجود حروف مشابه به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد براساس آزمون LSD است.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

فسفر دانه

در رقم بیونیج، در تیمار کاربرد اسید سالیسیلیک (یک میلی‌مولار)، کاربرد کودهای‌زیستی قارچ میکوریز و ریزوبیوم به کاهش میزان فسفر دانه در همسنجی با تیمار عدم کاربرد کودهای زیستی انجامید، اما کاربرد کودهای بیوسوپرفسفات و بیوسولفور میزان فسفر دانه را نسبت به تیمار عدم کاربرد کودهای زیستی افزایش داد (جدول ۹). نتایج همچنین نشان داد که در رقم آزاد بین سطوح مختلف کودهای زیستی و عدم کاربرد کودهای زیستی در سطح تیمار اسید سالیسیلیک صفر، نیم و یک میلی‌مولار از نظر میزان فسفر دانه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت هر چند که بیشترین محتوای فسفر دانه در تیمار اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار به همراه کاربرد میکوریز به میزان ۳۷۶/۵۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بود (جدول ۹). همچنین در رقم آزاد، ناهمسانی معنی‌داری میان سطوح گوناگون کودهای زیستی و عدم کاربرد کودهای‌زیستی در سطوح تیمار اسید سالیسیلیک (صفر، نیم، و یک میلی‌مولار) از دیدگاه میزان فسفر دانه نبود، هر چند که بیشترین محتوای فسفر دانه در تیمار اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار به همراه کاربرد قارچ میکوریز به میزان ۳۷۶/۵۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم به‌دست آمد. رقم آزاد نیز کاربرد قارچ میکوریز (۳۷۶/۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) میزان فسفر دانه را نسبت به تیمار عدم کاربرد کودهای زیستی و اسید سالیسیلیک (۳۵۳/۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) به میزان هفت درصد افزایش داد. با توجه به نقش باکتری‌های افزاینده رشد در افزایش محلولیت و میزان فراهمی فسفر و همچنین گسترش سامانه ریشه‌ای و به‌دنبال آن بهبود جذب فسفر توسط گیاه، این امر قابل توجیه می‌باشد (امیرآبادی و همکاران، ۱۳۸۸). با مصرف کودهای زیستی ریزجانداران حل‌کننده فسفر، انواع گوناگونی از اسیدهای آلی مانند اسید کربوکسیلیک را ترشح نموده و میزان فسفر قابل جذب گیاه را افزایش می‌دهند (Ravikumar *et al.*, 2014). گرگینی شبانکاره و خراسانی نژاد (۱۳۹۶) در مطالعه خود عنوان داشتند که کاربرد کودهای زیستی و اسید سالیسیلیک در گیاه دارویی آکلیل کوهی سبب افزایش ۱۵ درصدی غلظت عنصر فسفر نسبت به تیمار شاهد شده است. افزایش میزان فسفر دانه در رقم آزاد با کاربرد قارچ میکوریز به دلیل دسترسی بیشتر گیاه به فسفر تحت کاربرد این قارچ می‌باشد (Zaidi and Khan, 2006). افزایش میزان فسفر دانه نیازمند افزایش جذب فسفر از خاک بوده که این مستلزم وجود ریشه‌های با کارایی بالا است که در این مطالعه، با کاربرد کودهای‌زیستی به خصوص میکوریز و بیوسولفور این کارایی افزایش یافته است. افزایش میزان فسفر دانه در کلزا تحت تأثیر کاربرد قارچ میکوریز نیز مشاهده شد (غنایی و چگنی، ۱۳۹۸)، که با نتایج حاصل از این مطالعه مطابقت داشت.

گوگرد دانه

در رقم بیونیج بالاترین میزان گوگرد دانه در تیمار کاربرد اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار به همراه کاربرد باکتری ریزوبیوم به میزان ۰/۲۵۵ درصد و کمترین میزان گوگرد دانه در تیمار عدم کاربرد کودهای زیستی و عدم کاربرد اسید

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

سالیسیلیک (۰/۲۳۴ درصد) به‌دست آمد (جدول ۹). میزان افزایش گوگرد دانه در رقم بیونیج و در تیمار اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار به همراه باکتری ریزوبیوم (۰/۲۵۵ درصد) در همسنجی با تیمار عدم کاربرد کودهای زیستی و اسید-سالیسیلیک (۰/۲۳۴ درصد)، نزدیک به ۸ درصد بود. افزایش جذب عناصر غذایی میکرو مانند گوگرد توسط گیاه در پی مایه زنی با کودهای‌زیستی از قبیل آزوسپیریلیوم به دلیل افزایش رشد ریشه و گسترش تارهای کشنده در اثر هورمون‌ها و برخی ماکرومولکول‌های تولید شده توسط باکتری می‌باشد (Naidu *et al.*, 2003). کاربرد کودهای زیستی در خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، مواد غذایی خاک و قابلیت جذب آنها توسط گیاه را افزایش می‌دهد (Ewulo, 2005). کاربرد اسیدسالیسیلیک شاید با افزایش جذب و انباشت عناصری مانند گوگرد همراه باشد. باکتری‌های موجود در کودهای زیستی با ساز و کارهای گوناگونی مانند تولید سیدروفورها، پادزی‌ها، و هورمون‌های گیاهی، افزایش جذب فسفر توسط گیاه، تثبیت نیتروژن و سنتز آنزیم هایی که اتیلن را در گیاه تنظیم می‌کنند، به افزایش جذب برخی عناصر و در پی آن انگیزش رویش گیاه می‌انجامند (Cardoso and Kuyper, 2006). در این پژوهش، کاربرد اسیدسالیسیلیک به افزایش جذب برخی عناصر میکرو انجامید که با یافته‌های امیری (۱۳۹۷) مطابقت داشت.

عملکرد دانه

بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه رقم بیونیج به ترتیب ۱۸۲۱ کیلوگرم در هکتار در تیمار کاربرد باکتری ریزوبیوم به همراه کاربرد اسید سالیسیلیک (نیم میلی‌مولار) و ۱۲۰۴ کیلوگرم در هکتار در تیمار عدم کاربرد کودهای زیستی در سطح تیمار اسیدسالیسیلیک یک میلی‌مولار بود. همچنین، بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه رقم آزاد به ترتیب ۱۴۵۳ کیلوگرم در هکتار در تیمار عدم کاربرد کودهای زیستی و اسید سالیسیلیک و ۸۶۳ کیلوگرم در هکتار در تیمار عدم کاربرد کودهای زیستی و سطح تیمار اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار بود (جدول ۹). همزیستی قارچ میکوریز با ریشه گیاه از طریق ایجاد شرایط مناسب تغذیه‌ای، بهبود جذب آب و برخی عناصر غذایی و رشد گیاه، تسریع گل‌دهی و افزایش تعداد واحدهای زایشی منجر به افزایش عملکرد دانه گیاه شوید شده است (حسین زاده نمین و همکاران، ۱۳۹۳). کاربرد کودهای زیستی افزون بر اثر مثبت بر جذب برخی عناصر، توان تولید نخود را با ترشح سایر متابولیت‌ها یا سوخت سازه‌ها مانند ایندول استیک اسید و سیدروفورها و نیز افزایش فعالیت سایر ریزجانداران خاکی، به افزایش عملکرد می انجامد (Yu *et al.*, 2014). نقش کاهنده اسید سالیسیلیک در سطح یک میلی‌مولار به عنوان غلظتی سمی برای عملکرد دانه نیز روشن بود. اسید سالیسیلیک در غلظت‌های پایین در رفع آسیب اکسایشی نقش کارآمدی دارد و بر کارکرد گیاه می‌افزاید ولی غلظت‌های بالای آن فرآیندهای گیاهی را با اختلال روبرو می‌سازد (کشاورز و همکاران، ۱۳۹۱) که با یافته-های این پژوهش مطابقت داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

جدول ۹: مقایسه میانگین و برش‌دهی برهم‌کنش سه گانه رقم، اسید سالیسیلیک و کود زیستی در دانه نخود از نظر صفات مورد آزمایش در شرایط دیم کرمانشاه

رقم	تیمارها	کود زیستی	فسفر دانه	گوگرد دانه	عملکرد دانه
	اسید سالیسیلیک		(میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)	(درصد)	(کیلوگرم در هکتار)
بیونیج	عدم کاربرد	عدم کاربرد	۳۲۵/۵۷ g(d)	۰/۲۳۴ f(d)	۱۳۹۲ f-j(de)
		بیوسوپرفسفات	۳۱۶ g(d)	۰/۲۳۴ f(d)	۱۴۷۷ c-g(cd)
		بیوسولفور	۳۵۳/۸۳ def(bc)	۰/۲۴۴ cd(c)	۱۴۷۸ c-g(cd)
		ریزوبیوم	۳۵۳/۹ def(bc)	۰/۲۴۳ cd(c)	۱۷۴۶ a(a)
		میکوریز	۳۵۹/۹ a-e(ab)	۰/۲۴۵ cd(c)	۱۵۹۹ bc(bc)
	نیم میلی مولار	عدم کاربرد	۳۲۶/۴۳ g(d)	۰/۲۴۶ bcd(bc)	۱۴۹۸ c-g(cd)
		بیوسوپرفسفات	۳۳۲/۹۷ fg(cd)	۰/۲۴۴ cd(c)	۱۵۳۷ cde(c)
		بیوسولفور	۳۶۴/۸ a-e(ab)	۰/۲۴۴ cd(c)	۱۵۷۸ bcd(bc)
		ریزوبیوم	۳۷۰/۷۳ a-e(ab)	۰/۲۴۶ bcd(bc)	۱۸۲۱ a(a)
		میکوریز	۳۵۵/۱۳b-e(ab)	۰/۲۵۰ab(ab)	۱۶۹۵ ab(ab)
	یک میلی‌مولار	عدم کاربرد	۳۵۸/۶۷ a-e (ab)	۰/۲۴۵ bcd(bc)	۱۲۰۴ lmn(f)
		بیوسوپرفسفات	۳۷۲/۷۷ a-d(ab)	۰/۲۴۵ bcd(bc)	۱۳۸۴ f-j(de)
		بیوسولفور	۳۷۶/۲ab(a)	۰/۲۴۳ cd(c)	۱۵۰۱ c-g(cd)
		ریزوبیوم	۳۵۷/۵ a-e(ab)	۰/۲۵۵ a(a)	۱۵۱۵ c-f(cd)
		میکوریز	۳۵۳/۸def(bc)	۰/۲۴۳ cd(c)	۱۳۲۹ h-l(ef)
آزاد	عدم کاربرد	عدم کاربرد	۳۵۳/۷ def(c)	۰/۲۴۳ cd(ab)	۱۰۳۳ o(h)
		بیوسوپرفسفات	۳۵۹ a-e(abc)	۰/۲۴۵ bcd(ab)	۱۲۱۴ lmn(efg)
		بیوسولفور	۳۶۵/۲ a-e(abc)	۰/۲۴۸ bc(a)	۱۱۶۹ mno(fgh)
		ریزوبیوم	۳۵۴/۶ cde(bc)	۰/۲۳۷ ef(c)	۱۴۵۳ d-h(a)
		میکوریز	۳۶۰/۱۳ a-e(abc)	۰/۲۴۱ de(bc)	۱۲۹۳ i-m(b-f)
	نیم میلی مولار	عدم کاربرد	۳۷۵/۸۳a-e (abc)	۰/۲۴۸ bc(a)	۱۲۷۳ j-m(c-f)
		بیوسوپرفسفات	۳۶۳/۹۷ a-e(abc)	۰/۲۴۴ cd(ab)	۱۲۶۴ j-m(c-f)
		بیوسولفور	۳۶۷/۱۷ a-e(abc)	۰/۲۴۴ cd(ab)	۱۳۱۸ h-l(a-e)
		ریزوبیوم	۳۶۲/۶۳ a-e(abc)	۰/۲۴۳ cd(ab)	۱۴۳۲ e-i(ab)
		میکوریز	۳۵۰/۷۷ e-f(c)	۰/۲۴۵ bcd(ab)	۱۳۶۹ g-k(a-d)
	یک میلی‌مولار	عدم کاربرد	۳۷۵/۸۳ abc(ab)	۰/۲۴۸ bc(a)	۸۶۳ p(i)
		بیوسوپرفسفات	۳۶۳/۹۷ a-e(abc)	۰/۲۴۷ bcd(ab)	۱۳۰۷ i-m(b-f)
		بیوسولفور	۳۶۴/۸ a-e(abc)	۰/۲۴۵ bcd(ab)	۱۱۱۵ no(gh)
		ریزوبیوم	۳۶۰/۹ a-e(abc)	۰/۲۴۴ cd(ab)	۱۳۷۸ f-j(abc)
		میکوریز	۳۷۶/۵۳ a(a)	۰/۲۴۶ bcd(ab)	۱۲۳۶ k-n(d-g)

وجود حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج درصد براساس آزمون LSD است.
حروف بیرون پرانتز مقایسه میانگین اثرهای برهم‌کنش کلی و حروف درون پرانتز مقایسه میانگین برهم‌کنش به روش برش‌دهی را نشان می‌دهد.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، کاربرد محلول نیم میلی‌مولار اسید سالیسیلک تولید پرولین را افزایش داد، اما تولید قندهای محلول در تیمار اسید سالیسیلیک یک میلی‌مولار بیشتر بود و تولید این اسمولیت‌ها با کاربرد کودهای‌زیستی افزایش بیشتری یافت. تولید رافینوز، نیتروژن، پتاسیم، فسفر و گوگرد در واکنش به کاربرد کودهای‌زیستی و اسید سالیسیلیک افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

یافت. همچنین عملکرد دانه در دو رقم بیونیج و آزاد نیز به ترتیب در تیمارهای اسید سالیسیلیک نیم میلی‌مولار و عدم کاربرد اسید سالیسیلیک همراه با کاربرد باکتری ریزوبیوم بیشترین میزان را دارا بود. با توجه به این یافته‌ها، مشخص شد که کاربرد کودهای زیستی به‌ویژه ریزوبیوم و قارچ میکوریز به همراه کاربرد اسید سالیسیلیک در سطح نیم میلی‌مولار می‌تواند به بهبود انباشت اسمولیت‌ها، انباشت عناصر در دانه و افزایش ۳۱ درصدی عملکرد دانه در ارقام نخود تحت شرایط دیم در کرمانشاه بینجامد.

منابع

امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. جلد اول. نشریه فنی شماره ۹۸۲. انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهران، ایران.

امیرآبادی، م.، رجالی، ف.، اردکانی، م. ر. و برجی، م. ۱۳۸۸. تأثیرکاربرد مایه تلقیح ازتو باکتر و قارچ میکوریزا بر جذب برخی عناصر معدنی توسط ذرت علوفه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ در سطوح مختلف فسفر. مجله پژوهش‌های خاک، علوم خاک و آب. ۲۳(۱): ۱۱۵-۱۰۷.

امیری، ج. ۱۳۹۷. تأثیر اسیدسالیسیلیک بر ترکیب عناصر غذایی برگ در انگور رقم بیدانه سفید در شرایط تنش شوری. تحقیقات کاربردی خاک. ۶(۲): ۱۳۰-۱۱۹.

امیری، م. ب.، رضوانی مقدم، پ. و جهان، م. ۱۳۹۶. اثرات اسیدهای آلی، میکوریزا و ریزوباکترها بر عملکرد و برخی ویژگی فیتوشیمیایی گاوزبان ایرانی در نظام زراعی کم نهاده. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۷(۱): ۶۱-۴۵.

پاداش، ع.، قنبری، ا. و اصغری پور، م. ر. ۱۳۹۵. اثر اسیدسالیسیلیک بر غلظت برخی عناصر غذایی، پروتئین و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ریحان تحت تنش سرب. زیست شناسی گیاهی ایران. ۸(۲۷): ۳۲-۱۷.

پزشکپور، پ.، اردکانی، م.ر. و پاکنژاد، ف. و وزاد، س. ۱۳۹۳. اثر کاربرد ورمی‌کمپوست، همزیستی میکوریزایی و حل کننده فسفات زیستی بر صفات فیزیولوژیکی و عملکرد نخود. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۶(۲۳): ۶۵-۵۳.

حسین زاده نمین، پ. و امینی دهقی، م. ۱۳۹۳. اثر کاربرد تلفیقی کودهای‌فسفات بیولوژیکی و شیمیایی بر رشد، عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گیاه شوید (*Foeniculum vulgar* Mill). مجله زیست‌شناسی ایران. ۲۷(۴): ۵۹۲-۶۰۲.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

داودی، ع.، میرشکاری، ب.، شیرانیراد، ا. ح.، فرحوش، ف. و رشیدی، و. ۱۳۹۵. بررسی اثر کاربرد سلنیوم برکمیت وکیفیت روغن دانه ارقام کلزا در شرایط کشت تأخیری. مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۸(۳۱): ۱۴۳-۱۲۹.

رجبی، ل.، سجادی، ن.ا. و روشندل، م. ۱۳۹۱. برهمکنش سالیسیلیک‌اسید و سوپرجاذب بر خصوصیات زراعی و درصد پروتئین نخود رقم هاشم در شرایط دیم. تولیدات گیاهان زراعی در شرایط تنش‌های محیطی. ۴(۱): ۳۷-۴۸.

ساکی‌نژاد ط و بخشنده ع. م. ۱۳۸۸. اثر رژیم‌های آبیاری بر روند انتقال و انباشت عناصر غذایی در ریشه ذرت. فصلنامه علمی تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز ۱(۱): ۱۲-۱.

سعادتمند، م. و انتشاری، ش. ۱۳۹۱. اثر طول زمان پیش تیمار با سیلیکون بر تحمل شوری در گیاه گاوزبان ایرانی. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۱۲: ۵۶-۴۵.

سیدی، س. ر.، امیرشکاری، ح.، امیدی، ح. و ربیعی، م. ۱۳۹۷. اثرکاربرد اتفن و زمان برداشت بر عملکرد، ریزش و درصد روغن دانه کلزا. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۰(۳۹): ۱۱۳-۱۳۰.

غنایی، ص. و چگنی، ه. ۱۳۹۸. اثر ترکیب خاک فسفات همراه با میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفر بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن کلزا. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۱(۴۴): ۹۰-۷۷.

کاظمی پور، ن. و آروین، س. م. ج. ۱۳۷۸. اثر شوری و خشکی روی جوانه‌زنی و برخی صفت‌های رشد پیاز خوراکی. هشتمین کنفرانس زیست شناسی ایران. ص: ۸۱۰-۸۰۰.

کشاورز، ح.، مدرس ثانوی، س.ع.م.، زرین کمر، ف.، دولت‌آبادان، ا.، پناهی، م. و ساداج اصلیان، ک. ۱۳۹۱. ارزیابی اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی دو رقم کلزا (*Brasica napus* L.) تحت شرایط تنش سرما. علوم کشاورزی ایران. ۴۲: ۷۲۳-۷۳۴.

گرگینی شبانکاره، ح. و خراسانی نژاد، س. ۱۳۹۶. اثر کودهای زیستی و اسیدسالیسیلیک بر عملکرد و ویژگیهای کیفی گیاه دارویی اکلیل کوهی تحت رژیم‌های کم‌آبی. به زراعی کشاورزی. ۱۹(۲): ۴۹۱-۴۷۵.

لطیفی، س.ع. و امیدی، ح. ۱۳۹۸. اثر پرایمینگ بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر و گیاهچه برنج رقم عنبر بو، تحت تنش کم‌آبی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۱(۴۴): ۲۱-۵.

مرکز آمار ایران. ۱۳۹۸. چکیده نتایج طرح آمارگیری زراعت. ۳۳ صفحه.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

مقصودی، ع.، قلاوند، ا. و آقا علیخانی، م. ۱۳۹۳. تأثیر راهبردهای مدیریتی نیتروژن و کود زیستی بر صفات مورفولوژیک، عملکرد دانه و صفات کیفی ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲(۲): ۲۸۲-۲۷۳.

میرزایی، ا.، ناصری، ر.، میری، س. م. ت.، سلیمانی فرد، ع. و فتحی، ا. ۱۳۹۶. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) به کاربرد باکتری‌های افزاینده رشد گیاه و کود شیمیایی نیتروژن در شرایط دیم. نشریه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد یازدهم. ۴ (۴۴): (۷۷۵ -۷۹۰).

نصری، ف. و قادری، ن. ۱۳۹۳. اثر سالیسیلیک اسید بر جوانه‌زنی و رشد چمن فستوکا (*Festuca rubra*) و لولیوم (*Lolium perenne*) تحت شرایط تنش شوری. نشریه فن‌آوری و تولیدات گیاهی، ۶ (۲): ۱۴۸-۱۳۹.

نظام‌دوست، س.، فرخزاد، ع. و رسولی صدقیانی، م. ۱۳۹۵. تأثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی انگور رقم "بیدانه سفید " تحت سمیت بور. پژوهش در میوه‌کاری. ۱(۱): ۱۵-۲۹.

نورزاد، ش.، احمدیان، ا. و مقدم، م. ۱۳۹۴. بررسی میزان پرولین، شاخص کلروفیل، کربوهیدرات و مقدار جذب عناصر غذایی در گیاه دارویی گشنیز تحت تأثیر تنش خشکی و تیمار کودی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۳(۱): ۱۳۹-۱۳۱.

Abdul-Jaleel, C.P., Manivannan, B., Sankar, A., Kishorekumar, R., Gopi, R., Somasundaram, R. and Panneerselvam, R. 2007. *Pseudomonas fluorescens* enhanced biomass yield and ajmalicine production in *Catharanthus roseus* under water deficit stress. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 60: 7-11.

Alaousi – sosse, B., Genet, p., vinit – Dunand, F., Toussaint, M. L., Eproh, D. and Badot, P.M. 2004. Effect of copper on growth in cucumber plants (*Cucumis sativus*) and its relationship with carbohydrate accumulation and change in ion contents. Plant Science 166: 1213-1218.

Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2007. Roles of glycinebetaine and proline in improving plant a biotic stress resistance. Environmental and Experimental Journal of Botany. 59: 206-216.

A**wari, V.R., Dalvi, U.S., Lokhande, P.K., Pawar, V.Y., Mate, S.N., Naik, R.M. and Mhase, L.B. 2017.** Physiological and biochemical basis for moisture stress tolerance in chickpea under pot study. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 6(5): 1247-1259.

Banerjee, A., Datta, J.K. and Mondal, N.K. 2012. Biochemical changes in leaves of mustard under the influence of different fertilizers and cycocel. Journal of Agricultural Technology. 8(4): 1397-1411.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil. 39: 205-207.

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry. 72(1-2): 248-254.

Cardoso, I.M. and Kuyper, T.W. 2006. Mycorrhizas and tropical soil fertility. Agriculture, Ecosystems and Environment. 116(1-2): 72-84.

Escalada, R.G., Ratilla, B.C. 1998. Effects of Leucaena biomass application in conjunction with fertilizers on cassava and taro yields in the Philippines. Agroforestry Systems. 41: 251-266.

Ewulo, B. S. 2005. Effect of poultry dung and cattle manure on chemical properties of clay and sandy clay loam soil. Journal of Animal and Veterinary Advances. 4(10): 839-841.

Ghani, A., Hussain, M. and Hassan, A. 2000. Interactive effect of nitrogen and water stress on leaf area of sunflower (*Heliantus annus* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences. 3: 989-990.

Han, H.S., Supanjani, D. and Lee, K.D. 2006. Effect of coin circulation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant, Soil Environ. 52(3): 130-136.

Hashempour, A., Ghasemzhad, M., Fotouhi, G. and Sohani, M. M. 2014. The physiological in addition, biochemical response to freezing stress olive plants treated with salicylic acid. Russian Journal of Plant Physiology. 61(4): 443-450.

Heidari, R., Zare, S. and Norastehnia, A. 2006. Antioxidant response of two salt-stressed barley varieties in the presence or absence of exogenous proline. General and Applied Plant Physiology. 32(3-4): 233-251.

Jaleel, C.A, Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., Al-Juburi, H.J., Somasundaram, R. and Panneerselvam, R. 2009. Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. International Journal of Agriculture and Biology. 11: 100-105.

Kerepesi, I. and Galiba, G. 2000. Osmotic and salt stress induced alternation in solute carbohydrate content in wheat seedlings. Crop Science. 40: 482-487.

Khudsar, T., Zafar, M. and Iqbal, M. 2001. Cadmium-induced changes in leaf epidermis, photosynthetic rate and pigment concentrations in *Cajanus Cajan*. Biologia Plantarum. 44(1): 59-64.

Kochert, G. 1978. Carbohydrate determination by the phenol sulfuric acid method. In: Helebust, Journal of Agricultural Craig, J.S. (Ed): Handbook of Physiological Method, 56-97, Cambridge University Press, Cambridge.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

Lalitha, M., Karunakar Babu, M., Ravisankar, C. and Ashoka Rani, Y. 2012. Effect of bioregulators on chlorophyll content and keeping quality of betelvine (*Piper betel* L.). Journal of South Indian Horticulture. 52: 270-276.

Mittler, R. 2006. Abiotic stress, the fieldenvironment and stress combination. Trends in Plant Science. 11: 15–19.

Naidu, V. S. G. R., Panwar, J. D. S. and Annapurna, K. 2003. Yield response in rice to auxin application and inoculation with Azospirillum brasilense. Indian Journal of Plant Physiology. 8: 96–98.

Olivera, M., Tejera, N., Iribarne, C., Ocan, A. and Lluch, C. 2002. Effect of phosphorous on nodulation and nitrogen fixation by *Phaseolus vulgaris*. Proceedings of the 1th international Meeting on Microbial Phosphate Solubilization. Salamanca University, 16-19 July, Salamanca, Spain. p:157–160.

Pakar, N., Pirasteh-Anosheh, H. and Emam, Y. 2016. Barley growth, yield, antioxidant enzymes and ion accumulation as affected by PGRs under salinity stress conditions. Journal of Plant Nutrition. 39(10): 1372-1379.

Palma, J. M., Sandalio, L. M., Corpas, F. J., Romero-Puertas, M. C., McCarthy, I. and Rio, L. A. 2002. Plant proteases, protein degradation and oxidative stress: role of peroxisomes. Plant Physiology and Biochemistry. 40(6): 521-530.

Pirasteh-Anosheh, H., Ranjbar, G., Pakniyat, H. and Emam, Y. 2016. Physiological Mechanisms of Salt Stress Tolerance in Plants; an Overview. p. 141-160. *In:* Azooz, M. M. and P. Ahmad (Eds.). Plant Environment Interaction: Responses and Approaches to Mitigate Stress. John Wiley & Sons, London.

Poor, P., Gemes, K., Horvath, F., Szepesi Simon, L. and Tari, I. 2010. Salicylic acid treatment via the rooting medium interference with stomatal response, CO_2 fixation rate and carbohydrate metabolism in tomato, and decreases harmful effects of subsequent salt stress. Plant Biology. 13(1): 105-114.

Ram Rao, D.M., Kodandaramaiha, J., Reddy, M.P., Katiyar R.S. and Rahmathulla, V.K. 2007. Effect of VAM fungi and bacterial biofertilizers on mulberry leaf quality and silkworn cocoon characters under semi-aride conditions. Caspian Journal of Environmenal Science. 5(2): 111-117.

Ranney, T.G., Bassuk, N. L. and Whitlow, T. H. 1991. Osmotic adjustment and solute constituents in leaves and roots of water-stressed cherry (*Prunus*) trees. The American Society for Horticultural Science. 116(4): 684-688.

www.SID.ir

Archive of SID

Ravikumar, S., Shanthy, S., Kalaiarasi, A. and Sumaya, M. 2014. The biofertilizer effect of halophilic phosphate solubilising bacteria on *Oryza sativa*. Middle East Journal of Scientific Research. 19(10): 1406-1411.

Roesti, D., Gaur, R., Johri, B. N., Imfeld, G., Sharma, S., Kawaljeet, K. and Aragno, M. 2006. Plant growth stage, fertilizer management and bio-inoculation of Arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. Soil Biology and Biochemistry. 38(5): 1111–1120.

Schubert, S., Serray, R., Plies-Balzer, E. and Mengel, K. 1995. Effect of drought stress on growth sugar concentration and amino acid accumulation in N2 Fixing alfalfa (*Medicago sativa*). Journal of Plant Physiology. 146(4): 541-546.

Simaei, M., Khavri – Nejad, R. A., Saadatmand, S. Bernard, f. and Fahimi, H. 2011. Effect of sailicglic acid and nitric oxid on antioxidant capacity and proline accumulation in Glycine max l. Treated with Nacl Salinity. African journal of Agricultare Research. 6 (16): 3775 – 3782.

Yu, X., Liu, X. and Zhu, T. 2014. Walnut growth and soil quality after inoculating soil containing rock phosphate with phosphate-solubilizing bacteria. Science Asia. 40(1): 21–27.

Zaidi, A., and Khan, M.S. 2006. Co-inoculation effects of phosphate solubilizing microorganisms and *Glomus fasciculatum* on green gram-*Bradyrhizobium*. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 30(3): 223- 230.

Downloaded from cpj.iauahvaz.ac.ir at 10:56 +0330 on Wednesday November 25th 2020

www.SID.ir