

تاثیر محلول پاشی سالیسیلیک اسید و کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط دیم

حمزه شیرویی^۱، علی حاتمی*^۲، احسان زیدعلی^۲، یاسر علیزاده^۲

۱. دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۲. استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۰۱

چکیده

به منظور بررسی اثر سالیسیلیک اسید و کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود در شرایط دیم استان کرمانشاه، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۸ در مزرعه مرکز جهاد کشاورزی حمیل از توابع شهرستان اسلام آبادغرب اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح محلول پاشی سالیسیلیک اسید قبل از گلدهی (بدون مصرف، نیم میلی‌مولار و یک میلی‌مولار) بعنوان سطوح اصلی و کود بیولوژیک در چهار سطح (شاهد، فسفات بارور ۲، پتابارور ۲ و پتابارور ۲ + فسفات بارور ۲) و چهار رقم نخود (عادل، منصور، آزکان و گوکسو) در سطوح فرعی بودند. نتایج نشان داد سالیسیلیک اسید و کودهای زیستی و اثر متقابل آنها تاثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه داشتند. ارقام نیز به جز شاخص برداشت در کلیه صفات اختلاف معنی‌داری داشتند. اثر متقابل سه گانه سالیسیلیک اسید، کودهای زیستی و رقم نیز صفات تعداد غلاف پوک، تعداد غلاف دو بذری، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت را تحت تاثیر قرار دادند. بالاترین عملکرد دانه (۲۴۹۹ کیلوگرم در هکتار) در رقم عادل با کاربرد اسیدسالیسیلیک یک میلی‌مولار و مصرف توام فسفات بارور ۲ + پتابارور ۲ و کمترین عملکرد دانه (۶۱۴/۶۷ کیلوگرم در هکتار) در رقم گوکسو و اسید سالیسیلیک نیم میلی‌مولار و عدم کاربرد کود زیستی بدست آمد که با حداکثر عملکرد دانه به دست آمده ۷۵ درصد اختلاف داشت. بنابراین استفاده از سالیسیلیک اسید و تلقیح بذور با کودهای زیستی موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گردید.

کلیدواژگان: پتابارور ۲، تعداد غلاف، شاخص برداشت، عملکرد دانه، فسفات بارور ۲

مقدمه

نخود مهمترین گیاه در گروه محصولات متعارف کشور است و از نظر ارزش غذایی دارای پروتئین ۲۳-۲۰ درصد است. نخود به دلیل کم توقعی که نسبت به مصرف نهاده‌های کشاورزی دارد، امکان کشت بصورت دیم و حتی در اراضی کم بازده را فراهم می‌کند (FAO, 2018). سطح زیر کشت نخود که دارای ۱۴/۵ میلیون هکتار سطح زیر کشت و ۱۴/۷ میلیون تن تولید در سراسر جهان است، پس از لوبیا دومین تولید کننده حبوبات خوراکی در جهان است (FAO, 2018). کشت و تولید در رتبه اول و مهمترین گیاه در خانواده حبوبات است (Agricultural Statistics, 2020). نخود (*Cicer arietinum* L.) با سطح زیر کشت ۵۶۱۰۲۹ هکتار، ۶۵ درصد از سطح زیر کشت و ۴۰ درصد از تولید حبوبات ایران را به خود اختصاص داده است. استان کرمانشاه با ۱۵۹۹۹۸ هکتار سطح زیر کشت با ۲۵/۲ درصد سهم تولید نخود رتبه اول را در ایران دارد. میانگین عملکرد نخود در ایران کمتر از نصف میانگین جهانی است. در ایران ۹۸/۵۵ درصد سطح زیر کشت نخود دیم و متوسط عملکرد دیم ۵۲۰ کیلوگرم در هکتار است که در مقایسه با میانگین جهانی (۹۵۵ کیلوگرم) و کشورهای مهم تولید کننده نخود بسیار پایین است (Agricultural Statistics, 2020). در این راستا تنش خشکی، مدیریت ضعیف محصول، حاصلخیزی پایین خاک و شیوع علف‌های هرز عوامل مشکل‌ساز و محدود کننده تولید نخود هستند و تنش خشکی به عنوان یک عامل خارجی سبب کاهش دسترسی به عناصر غذایی در خاک می‌شود تحمل به خشکی در گیاهان ممکن است با روش‌های مختلفی مانند فناوری‌های اصلاحی و استفاده از تنظیم کننده‌های رشد بهبود یابد (Kumar et al., 2015). کاربرد اسید سالیسیلیک سبب افزایش تحمل گیاه نسبت به تنش خشکی شده و اثر کمبود آب را تعدیل و برخی از پارامترهای رشدی را افزایش داده و در فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه نقش مهمی را ایفا می‌کند (Sahraei et al., 2018). سالیسیلیک اسید یک تنظیم کننده رشد است که از طریق افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی، پرولین، قندها و کاهش پراکسیداسیون لیپیدی غشاء سبب افزایش تحمل گیاهان در برابر تنش می‌گردد (Kshavrz et al., 2014). نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که سالیسیلیک اسید نقش مؤثر و مثبتی در رشد و نمو نخود دارد.

(El-Hak et al., 2012). نتایج نشان داد که تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف پوک در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، درصد غلاف بارور، عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک و شاخص برداشت بطور معنی‌داری تحت تأثیر رقم × اسید سالیسیلیک × کودهای زیستی قرار گرفتند (مومنی و همکاران، ۱۳۹۹). (Salek Mearaji and Hatami, 2020). بررسی اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود دیم اعلام کردند که محلول پاشی با سالیسیلیک اسید روی تمام صفات مورد ارزیابی هر دو رقم (هاشم و سارال) به جز تعداد دانه در غلاف، تأثیر معنی‌داری داشت. حاصلخیزی کمتر خاک یکی از حیاتی‌ترین محدودیت‌ها در بهبود تولیدات کشاورزی است. اما استفاده شدید از کودهای معدنی در کشاورزی در سراسر جهان برای تضمین امنیت غذایی جهان، باعث بسیاری از مشکلات بهداشتی و آلودگی‌های زیست محیطی غیرقابل جبران شد (Chandini et al., 2019). با این حال، عمل استفاده از کودهای مصنوعی و آفت‌کش‌ها، اسیدی شدن خاک را تسریع می‌کند (Dar and Mushtaq et al., 2018). Bhat, 2020 علاوه بر این، ریشه‌های گیاه را ضعیف می‌کند و در نتیجه آنها را در برابر برخی بیماری‌ها بی‌دفاع می‌کند. بنابراین، پیشرفت کشاورزی ارگانیک مبتنی بر کود زیستی به شدت مورد نیاز است در این زمینه، استفاده از تلقیح‌های میکروبی یکی از روش‌های بالقوه برای تحقق این هدف است (Singh et al., 2016; Bhat et al., 2018). فرآیندهای انتخاب شده میکروبه‌ها به طور گسترده‌ای توسط کودهای زیستی تسریع می‌شوند که در دسترس بودن مواد مغذی را برای جذب آسان توسط گیاه افزایش می‌دهند. آنها با تبدیل نیتروژن محیط به اشکال قابل استفاده و حل شدن فسفر غیرقابل دسترس به فسفات، حاصلخیزی خاک را با ترشح مواد شیمیایی محرک رشد گیاه در خاک افزایش می‌دهند (Mazid and Khan 2015)؛ Dervash et al., 2020). در استفاده از کودهای زیستی برای بهبود جذب عناصر و کاهش مواد شیمیایی، مصرف کود در محصولات زراعی مطالعات متعددی انجام شده است (Zhenixi et al., 2008). کودهای زیستی در گیاهان اغلب با تأثیر بر رشد ریشه و افزایش جذب ریشه، رشد گیاه را افزایش می‌دهند و این نقش مهمی در گیاهان به ویژه زمانی که گیاه با تنش‌های محیطی مواجه است، ایفا می‌کند. به طور کلی در شرایط تنش اعم از تنش‌های زنده و غیرزنده به ویژه تنش

خشکی و شرایط دیم بخش زیادی از مواد فتوسنتزی گیاه به ریشه اختصاص می‌یابد و از طریق این گیاه ضمن افزایش حجم ریشه، نسبت ریشه به اندام هوایی افزایش می‌یابد. و تعداد ریشه مویرگی جذب ریشه را افزایش می‌دهد و نسبت به تنش خشکی تحمل بیشتری دارد. (Shen *et al.*, 2011) از سوی دیگر، گزارش‌هایی از اثرات مثبت باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) وجود دارد که به عنوان یکی دیگر از منابع کودهای زیستی در کشاورزی به شمار می‌روند. اعتقاد بر این است که این باکتری‌ها می‌توانند در رشد گیاه مفید و موثر باشند، به ویژه زمانی که گیاهان در معرض تنش‌های محیطی قرار می‌گیرند. (Pezeshkpour *et al.*, 2014) نتایج بررسی (Nejatzadeh, 2015) نشان داد که کاربرد کودهای زیستی به تنهایی یا همراه با کودهای شیمیایی تأثیر مثبتی بر بهبود صفات کمی و کیفی گیاه شویید دارد و به جای استفاده مداوم از کودهای شیمیایی می‌توان با استفاده بهینه از نهاده‌های بیولوژیکی در کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی ناشی از استفاده از کودهای نیتروژنی استفاده کرد. بنابراین با توجه به میانگین عملکرد پایین در ایران و اهمیت مواد غذایی در تغذیه نخود هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر کودهای زیستی بصورت بذرمال و محلول پاشی سالیسیلیک اسید قبل از گلدهی بر عملکرد و اجزای عملکرد چهار رقم نخود جهت کاهش اثرات دیم و بهبود کارکردهای گیاه‌های تحت تنش دیم بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی تاثیر سالیسیلیک اسید و کودهای زیستی بر عملکرد، اجزای عملکرد چهار رقم نخود پاییزه در سال زراعی ۱۳۹۸ بعنوان سال اول کشت ۱۳۹۹

در مزرعه مرکز جهادکشاورزی حمیل از توابع شهرستان اسلام‌آبادغرب با موقعیت طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۵۸ دقیقه و ۵۱ ثانیه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه ۵۵ دقیقه و ۵۸ ثانیه با ۱۳۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا اجرا گردید. قبل از انجام آزمایش، به منظور مشخص شدن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری خاک نمونه‌برداری انجام گرفت (جدول ۱). این تحقیق در قالب طرح آزمایشی اسپلینت فاکتوریل بر پایه بلوک کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل اسید سالیسیلیک در سه سطح (۰، نیم و یک مولار) بصورت محلول پاشی بعنوان کرت اصلی بود. و کاربرد کود بیولوژیک بصورت بذرمال در چهار سطح (شاهد، فسفات بارور ۲، پتابارور ۲ و پتابارور ۲ و فسفات بارور ۲) محصول شرکت زیست فناوری سبز (جدول ۲) و چهار رقم نخود (عادل، منصور، آزکان و گوکسو) و بصورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. عملیات تلقیح بذرهای نخود با تهیه سوسپانسیون باکتری‌های فوق در ترکیب با آب مقطر قبل از کاشت انجام شد سپس بذرها در سایه خشک و آماده کشت گردیدند. در این آزمایش هر کرت شامل ۵ ردیف کاشت به طول ۲ متر، فاصله بین خطوط کاشت ۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌ها مجاور ۷۰ سانتی‌متر، فاصله کرت های روبرو جهت تسهیل در رفت و آمد ۱ متر و فاصله تکرارها از یکدیگر ۲ متر در نظر گرفته شد. پس از شخم و تهیه بستر بذر نقشه طرح اجرا، و در تاریخ ۲۵ آذرماه ۱۳۹۸ با شرایط آب و هوایی جدول ۳ کشت صورت گرفت. پس از سبز شدن گیاهچه‌ها، عملیات سله شکنی و کنترل علف‌های هرز انجام گردید و در مرحله قبل از گلدهی اقدام به محلول پاشی سالیسیلیک اسید شد

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق (cm)	بافت	ماده آلی (%)	هدایت الکتریکی (ds/m)	اسیدیته	نیتروژن کل (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)
۰-۳۰	لوم رسی	۰/۶۶	۰/۳۴۵	۷/۳	۰/۱۳۰	۱۲	۲۱۰

جدول ۲- مشخصات کودهای زیستی تولیدی شرکت زیست فناوری سبز

نوع کود	میکروارگانیزم‌های زیستی و مفید	جمعیت
پتابارور ۲	<i>Pseudomonas Vancouverensis</i> <i>Pseudomonas Koreensis</i>	$10^7 - 10^8$ (CFU/MLitt)
فسفات بارور ۲	<i>Pseudomonas putida</i> strain P13 <i>Pantoea agglomerans</i> strain P5	$10^7 - 10^8$ (CFU/gr)

جدول ۳: میانگین شاخص‌های آب و هوایی در طول دوره رشد نخود پاییزه در سال ۱۳۹۸ بخش حمیل (محل آزمایش)

سال	ماه	بارندگی (میلیمتر)	حداقل رطوبت نسبی (%)	حداکثر رطوبت نسبی (%)	میانگین حداقل دما (درجه سلسیوس)	میانگین حداکثر دما (درجه سلسیوس)
۱۳۹۷	آذر	۹۲/۸	۶۶	۹۷	۲/۴	۱۱/۳
	دی	۶۶	۴۶	۹۳	-۱/۷	۹/۷
	بهمن	۹۲	۴۴	۹۴	-۱/۵	۱۰/۹
	اسفند	۷۵/۸	۴۰	۹۱	-۰/۷	۱۱/۷
۱۳۹۸	فروردین	۶۰	۴۲	۹۴	۴/۳	۱۶/۶
	اردیبهشت	۱۷/۴	۲۴	۹۰	۵/۳	۲۴/۳
	خرداد	۰	۱۳	۷۶	۱۰/۵	۳۳/۶

و در نظر گرفتن تراکم بوته محاسبه شد (Momeni et al., 2020). پس از خشک شدن گیاهان و انتخاب پنج بوته از هر کرت عملکرد بیولوژیک محاسبه شده و شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک ضربدر ۱۰۰ به دست آمد. تجزیه واریانس داده‌های حاصل به وسیله نرم افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مورد ارزیابی قرار گرفتند.

به منظور انجام عملیات نمونه برداری با حذف خطوط حاشیه و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت، نمونه برداری از دو خط وسط هر کرت و به تعداد پنج بوته انجام شد. در انتهای از هر کرت پنج بوته انتخاب و اقدام به شمارش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته می‌شود. به منظور محاسبه وزن صد دانه، تعداد ۱۰۰ دانه به صورت تصادفی از توده‌های هر تیمار شمارش تعیین و برحسب گرم وزن شدند. عملکرد دانه همان بذرها با توجه به وزن کل دانه در بوته‌ها

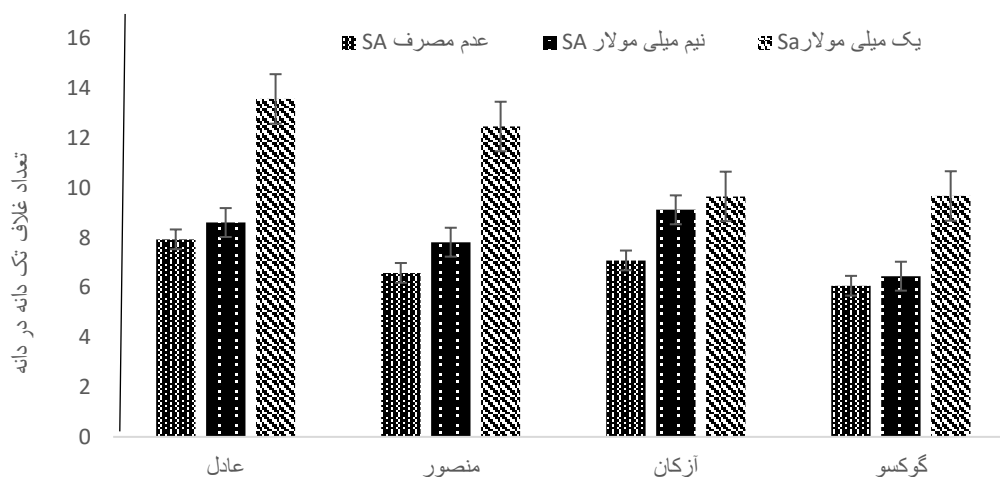
شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	وزن صد دانه	تعداد دانه در بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد غلاف دو دانه در بوته	تعداد غلاف تک دانه در آزادی	درجه	منابع تغییرات
۲۴/۹۲۱	۵۹۵۳۳۲۹/۳۲	۱۰۹۳۴۷۵/۰۱	۱۰۰/۸۲۴	۱۱۰/۴۲۵	۱۱۷/۳	۰/۱۸۴۵	۹۴/۲۵۴	۲	تکرار
۹۹۴۵۴۹**	۳۴۲۲۸۶۹۸/۵۳**	۸۵۰۷۷۸۵/۹۶**	۳۰۰/۷۶۸**	۳۶۳/۰۵۶**	۲۸۳/۰۳۹**	۲/۳۶۹۱**	۲۵۵/۲۲**	۲	سالیسیلیک اسد
۲۶/۳۳۱	۳۹۰۴۱۵۴/۸۳	۶۶۰۹۱۱/۹۳	۱۲۵/۹۷۹	۲۳/۴۴۳۲	۲۲/۰۷۹	۰/۰۷۰۲	۲۴/۸۷	۴	خطای اصلی
۳۱۵/۵۶۳**	۱۴۲۲۷۳۹/۲۲**	۶۵۴۱۲۱/۱۲**	۱۰/۱۸۳۱*	۹۳/۳۲۲**	۷۲/۹۲۷**	۰/۷۱۳۲**	۶۵/۱۹۹**	۳	کود زیستی
۹۳/۳۲۵ ^{NS}	۱۱۶۵۱۱۳/۲۳**	۵۰۶۸۱۵/۲۵**	۲۶۳/۵۵۵**	۵۸/۷۶۹۳**	۵۹/۰۱۱**	۰/۳۹۶۷**	۴۲/۵۲۶**	۳	رقم
۲۳۶/۹۲۹**	۱۲۳۴۲۵۹/۷۶**	۳۷۱۷۷۷/۶**	۳۰۰/۷۹۵*	۱۷/۰۹۹۵**	۲۰/۷۵۸**	۰/۳۴۳۳**	۱۶/۸۸۱**	۶	کود زیستی × سالیسیلیک
۶۳/۶۳۹ ^{NS}	۸۷۳۸۹۲/۴۴**	۲۷۱۱۲۸/۳۸**	۲۸/۸۰۲ ^{NS}	۱۳/۷۹۳۷*	۱۶**	۰/۲۰۵۵*	۱۴/۳۲۹*	۶	رقم × سالیسیلیک
۶۴۷/۷۵۴**	۱۸۱۱۲۴۵/۹۶**	۴۰۳۳۴۴/۱**	۳۱/۹۴۲۸ ^{NS}	۷/۴۹۱۳ ^{NS}	۷/۴۹۳ ^{NS}	۰/۲۷۴۴**	۷/۲۰۹۳ ^{NS}	۹	کود زیستی × رقم
۱۸۲/۰۵۲**	۵۹۱۹۲۸/۸۱*	۱۵۶۹۳۹/۴۲*	۲۴/۴۷۹۳ ^{NS}	۲/۸۳۹۷۹ ^{NS}	۴/۱۶۲ ^{NS}	۰/۲۲۹۱**	۳/۵۹۶۳ ^{NS}	۱۸	رقم × کود زیستی × سالیسیلیک
۴۵/۱۹	۲۸۹۱۰۸/۳	۷۸۳۲۵/۴۵	۳۹/۶۹۹۸	۵/۲۹۴۵	۵/۲۹۹	۰/۰۶۹۸	۴/۹۲۹۴	۹۰	خطای فرعی
۲۰/۲۵	۱۴/۰۳	۲۲/۰۲	۱۹/۹۹	۲۱/۹۲	۲۱/۲۵	۲۸/۳۲	۲۵/۳۶		ضریب تغییرات (%)

** و * به ترتیب معنی داری در سطح ۱ درصد و ۵ درصد معنی دار و NS غیر معنی دار بودن را نشان می دهد.

تعداد غلاف تک دانه

جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که تعداد غلاف تک دانه تحت تاثیر کاربرد تیمارهای سالیسیلیک اسید، کودهای زیستی و رقم و اثر متقابل سالیسیلیک اسید در کود زیستی و سالیسیلیک اسید در رقم قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بالاترین تعداد غلاف تک دانه با ۱۴/۴ غلاف از کاربرد سالیسیلیک اسید یک میلی مولار به همراه ترکیب کودهای زیستی فسفات بارور ۲ و پتاو بارور ۲ و کمترین تعداد غلاف تک دانه با ۴/۵۴ غلاف در عدم استفاده از سالیسیلیک اسید و کودهای زیستی بدست آمد (جدول ۵). همچنین اثر متقابل سالیسیلیک اسید و رقم که در سطح پنج درصد تعداد غلاف تک دانه را تحت تاثیر قرار داده بود بیشترین تعداد غلاف (۱۳/۵۷ غلاف تک دانه) مربوط به رقم عادل و کاربرد سالیسیلیک اسید یک میلی مولار حاصل شد که اختلافی ۵۵ درصدی با اثر عدم مصرف سالیسیلیک برای رقم گوکسو با ۶/۰۷ غلاف تک دانه داشت (شکل ۱). کاهش تعداد دانه در هر غلاف ممکن است

هم نتیجه کاهش تعداد غلاف در بوته و هم عقیمی گلچه های موجود در هر غلاف باشد. از سوی دیگر، اختلال در متابولیسم کربوهیدرات ها منجر به کاهش غلظت قند برگ می شود که می تواند میزان کربوهیدرات های قابل دسترسی برای انتقال به اجزاء ذخیره کننده را کاهش دهد که در نتیجه میزان عقیمی گله افزایش یافته و در نتیجه تعداد دانه ها کاهش می یابد (Francois., 1994). تحقیقات نشان داده است که اسید سالیسیلیک می تواند به عنوان یک تنظیم کننده رشد نخود تحت تنش خشکی عمل کند. سپس بیان شد که محلول پاشی اسید سالیسیلیک به میزان ۰/۱ و ۱ میلی مولار، با بهبود فتوسنتز گیاه و افزایش رنگدانه های فتوسنتزی، افزایش پرولین و کربوهیدرات های محلول در ارقام مختلف نخود باعث تحریک رشد ارقام مختلف نخود شد (Vaisnad and Talebi., 2015). در اثر فعالیت باکتری های حل کننده فسفر و پتاسیم در محیط ریشه، تنظیم کننده های رشد تولید می شود که مانند ترکیبات شیمیایی به عنوان پیام رسان ها عمل کرده که نقش ویژه ای در رشد گیاه دارند (Martinez- Viveros et al., 2010).



شکل ۱. اثر متقابل سالیسیلیک اسید در رقم بر تعداد غلاف تک دانه در بوته

گیاه است. تعداد دانه‌ها در واقع اندازه مخزن گیاه را تعیین می‌کند. و هر چه تعداد دانه بیشتر باشد، مخزن تولید شده توسط گیاه برای جذب اسیمیلات‌ها بیشتر است و هر عاملی که این ویژگی را افزایش دهد، عملکرد را نیز افزایش می‌دهد (Hanson et al., 2001).

تعداد غلاف در بوته

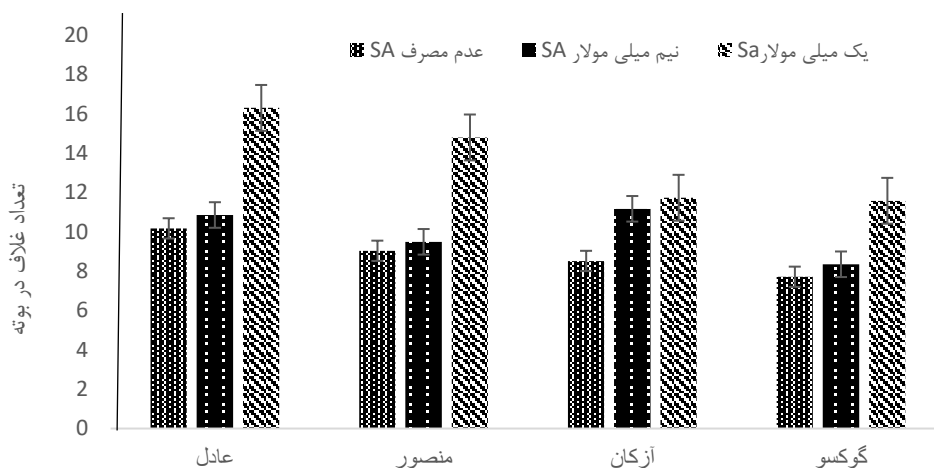
با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۴) اثر تیمارهای اصلی سالیسیلیک اسید، کودهای زیستی و رقم و اثر متقابل دوگانه سالیسیلیک اسید در کودهای زیستی و اثر متقابل سالیسیلیک اسید در رقم در سطح یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵) نشان داد که بالاترین تعداد غلاف در بوته (۱۶/۹ غلاف) در کاربرد یک میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و تلقیح با ترکیب کودهای زیستی پتابارور ۲ و فسفات بارور ۲ حاصل شد که افزایشی ۶۱ درصدی نسبت به اثر متقابل عدم کاربرد سالیسیلیک اسید و کودهای زیستی (۶/۵۴ غلاف) دارا بود. در مقایسه میانگین اثر متقابل سالیسیلیک اسید در رقم مشاهده شد که رقم عادل با اعمال سالیسیلیک اسید یک میلی‌مولار با ۱۶/۲۹ غلاف و کمترین تعداد غلاف (۷/۷۱) مربوط به رقم گوکسو در شرایط عدم کاربرد سالیسیلیک اسید بود (شکل ۲). تلقیح نخود با کودهای زیستی می‌تواند باعث افزایش تشکیل گره‌ها در ریشه و تولید هورمون‌هایی گیاهی مانند اکسین در ریشه و گیاه شود که نتیجه آن افزایش انتقال مواد مغذی برای اهداف زایشی و در نتیجه افزایش تعداد غلاف در بوته باشد (Khosrojerdi et al., 2013).

تعداد غلاف دو دانه

با توجه به نتایج حاصله از جدول تجزیه واریانس صفت تعداد غلاف دو دانه تحت تاثیر کلیه تیمارهای اعمال شده سالیسیلیک اسید کودهای زیستی، رقم و اثرات متقابل دوگانه و سه گانه قرار گرفت (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه (جدول ۶) نشان داد که بالاترین تعداد غلاف دو دانه (۲/۷۸ غلاف) در رقم عادل و با کاربرد یک میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و تلقیح با ترکیب هر دو کود زیستی فسفات بارور ۲ و پتابارور ۲ بدست آمد در رقم منصور نیز بالاترین تعداد غلاف دو دانه (۱/۴۵ غلاف) با کاربرد یک میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و کود زیستی فسفات بارور ۲ حاصل شد. کمترین تعداد غلاف دو دانه در رقم گوکسو (صفر غلاف) به ترتیب با عدم کاربرد سالیسیلیک اسید و کاربرد کود زیستی پتابارور ۲ مشاهده شد. در رقم آزکان همانند رقم گوکسو کمترین تعداد غلاف دو دانه نیز از کاربرد نیم میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و عدم کاربرد کود زیستی به میزان (صفر غلاف) بدست آمد. میان کمترین و بالاترین میانگین تعداد غلاف در بوته ۱۰۰ درصد اختلاف مشاهده شد. Chamani و همکاران (2018) با بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر برخی صفات مورفولوژیک و زراعی گوار تحت تنش خشکی اعلام کردند که بیشترین تعداد دانه در غلاف (۴/۶۰ دانه) مربوط به غلظت ۲ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و کمترین میزان آن (۴ دانه) مربوط به غلظت‌های صفر و ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بود (جدول ۵). که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. تعداد دانه در غلاف نیز عامل تعیین کننده‌ای در عملکرد

در بوته یکی از فاکتورهای مرتبط با عملکرد است، هر عاملی که باعث افزایش عملکرد دانه شود نیز بر این عامل تأثیر می‌گذارد.

Sayadi و همکاران (2012) بیان کرد که باکتری آروسپیریلیوم به طور قابل توجهی تعداد غلاف‌های تشکیل شده در ماش را افزایش داده است. از آنجایی که تعداد غلاف

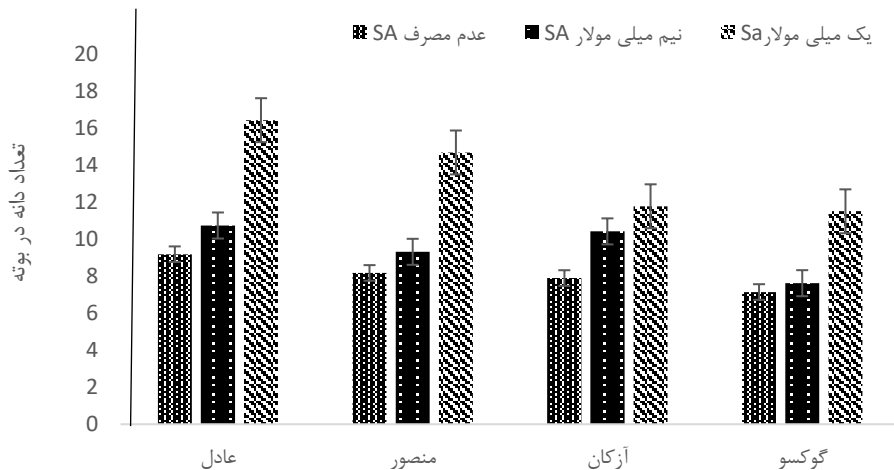


شکل ۲. اثر متقابل سالیسیلیک اسید در رقم بر تعداد غلاف در بوته

غلظت مناسب به دلیل تامین بهتر، بیشتر و به موقع عناصر غذایی گیاه به ویژه نیتروژن که در تمام مراحل رشد مورد نیاز است، منجر به بهبود فتوسنتز و افزایش باروری گل می‌شود و در نهایت می‌تواند تعداد دانه در بوته نخود را افزایش دهد. (Yeganehpour *et al.*, 2016). Adeli و همکاران (2019) اعلام کردند در بررسی مقایسات میانگین کود در خصوص تعداد دانه در بوته مشاهده گردید که بیشترین تعداد دانه در بوته تحت تأثیر کود زیستی تلفیقی با ۲۱/۸۳ دانه و کمترین تعداد دانه در بوته تحت تأثیر فقط کود ازتوبارور با ۱۴/۶ دانه بوجود آمده است. که با نتایج این آزمایش مشابه است. بعلاوه اینکه معمولاً در هر غلاف یک دانه وجود دارد نتایج مقایسه میانگین تعداد دانه در بوته کم و بیش روند مشابهی را با تعداد غلاف در بوته نشان داد نتایج مقایسه میانگین برای صفت تعداد دانه در بوته کم و بیش همان روند صفت تعداد غلاف در بوته را نشان داد زیرا به طور معمول در هر غلاف نخود یک دانه مشاهده می‌شود و هر غلاف به منزله یک دانه است.

تعداد دانه در بوته

جدول تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۴) اثر تیمارهای اصلی سالیسیلیک اسید، کودهای زیستی و رقم و اثر متقابل دوگانه سالیسیلیک اسید در کودهای زیستی در سطح پنج درصد و اثر متقابل سالیسیلیک اسید در رقم در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. در بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل، بالاترین تعداد دانه در بوته با ۱۷/۱۹ دانه با کاربرد سالیسیلیک اسید یک میلی‌مولار و مصرف توام کودهای زیستی فسفات بارور ۲ و پتازور ۲ مشاهده گردید. کمترین تعداد دانه در بوته نیز در ترکیب تیمار عدم کاربرد سالیسیلیک اسید و عدم کاربرد کود زیستی با ۵/۶۵ دانه بدست آمد که اختلافی ۶۷ درصدی را نشان می‌دهد (جدول ۵). رقم عادل با کاربرد سالیسیلیک اسید یک میلی‌مولار با تولید ۱۶/۴۵ دانه افزایشی ۵۶ درصدی نسبت به رقم گوکسو و عدم استفاده از سالیسیلیک اسید (۷/۱۵ دانه) نشان داد (شکل ۳). استفاده از اسید سالیسیلیک در



شکل ۳. اثر متقابل سالیسیلیک اسید در رقم بر تعداد دانه در بوته

وزن صد دانه

(2019) کودهای زیستی با تولید عناصر پرمصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه، تولید هورمون‌های گیاهی و افزایش جذب و انتقال مواد غذایی و همچنین خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را بهبود می‌بخشند (Fatma et al., 2008) اگرچه وزن ۱۰۰ دانه بیشتر تحت تأثیر ژنوتیپ است، اما در بررسی واکنش دو رقم نخود به کودهای شیمیایی و زیستی مشخص شد که کوددهی وزن صد دانه را به طور معنی‌داری افزایش داد (Adeli et al., 2019). به نظر می‌رسد استفاده از کودهای زیستی باعث رشد ریشه می‌شود و شرایطی را برای جذب عناصر غذایی فراهم می‌کند که به نوبه خود باعث افزایش فتوسنتز می‌شود. زمانی که گیاه به دوران رسیدگی نزدیک می‌شود، مواد فتوسنتزی را به اندام‌های زایشی (دانه) منتقل می‌کند. کودهای زیستی با تسریع و تقویت این عمل وزن هزار دانه را افزایش می‌دهند (Adeli et al., 2019).

عملکرد دانه

نتایج تجزیه نشان داد که اثر ساده، سالیسیلیک اسید، کود زیستی و رقم و برهمکنش دو گانه سالیسیلیک اسید و کودزیستی، سالیسیلیک اسید در رقم، کودهای زیستی در رقم در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل سه گانه سالیسیلیک اسید در کود زیستی در رقم در سطح پنج درصد بر عملکرد دانه تأثیر گذاشت (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه آزمایش (جدول ۶) نشان داد بالاترین عملکرد دانه (۲۴۹۹ کیلوگرم در هکتار) در رقم عادل با کاربرد اسیدسالیسیلیک یک میلی‌مولار و مصرف توام کود زیستی فسفات بارور ۲ و

با بررسی جدول تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفت وزن صد دانه (جدول ۴)، مشخص شد که سطوح مختلف سالیسیلیک اسید، کودهای زیستی و رقم از لحاظ آماری در سطح یک درصد و اثر متقابل سالیسیلیک اسید در کودهای زیستی در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری داشتند. جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل (جدول ۵) نشان داد بیشترین وزن صد دانه مربوط به تیمار نیم میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و مصرف توام کودهای زیستی پتا و فسفات بارور ۲ با میانگین ۴۳/۹۳ گرم بود که اختلاف معنی‌داری با مصرف یک میلی‌مولار و مصرف همزمان کودهای زیستی پتا و فسفات بارور ۲ با میانگین ۴۳/۷۳ گرم نداشت همچنین کمترین مقدار وزن صد دانه مربوط به تیمار شاهد بدون مصرف سالیسیلیک اسید و کودهای زیستی با میانگین (۳۷/۰۱ گرم) بود. با کاربرد سالیسیلیک اسید و افزایش تحمل گیاه به انواع تنش‌ها، طول دوره رشد رویشی و زایشی افزایش می‌یابد و از طرفی استفاده از کودهای زیستی موجب افزایش طول ریشه و در نتیجه آب و مواد غذایی برای گیاه فراهم می‌شود بنابراین طول دوره و سرعت پر شدن دانه‌ها افزایش می‌یابد و وزن دانه افزایش می‌یابد. کاربرد سالیسیلیک اسید، طول دوره و سرعت پر شدن دانه را زیاد می‌کند که باعث افزایش وزن هزار دانه می‌شود (Amiri et al., 2011). صفت وزن صد دانه در نخود علاوه بر عملکرد دانه، در بازارپسندی نیز بسیار موثر است. صفت وزن صد دانه تحت تأثیر شرایط رقم و محیط است، اما تأثیر رقم بر این صفت از اهمیت بیشتری برخوردار است (Adeli et al.,

گیاه و توزیع مناسبتر آن‌ها بین اندام‌های فتوسنتزی و مخازن خود در مقایسه با دو تیمار دیگر می‌باشند. که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. Ehteshami و همکاران (۲۰۱۶) با بررسی تاثیر تلقیح بذر با باکتری‌های سودوموناس و ازتوباکتر بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم کنجد بیان کردند بطور کلی می‌توان اظهار داشت که کودهای زیستی به همراه کود شیمیایی با تأثیر بر جذب عناصر ماکرو و میکرو، آب و تولید هورمون‌های گیاهی و افزایش میزان فتوسنتز و راندمان آن موجب بهبود رشد و در نهایت افزایش عملکرد دانه شده‌اند. نتایج نشان داد که در تیمار تلقیح توام ازتوباکتر و سودوموناس عملکرد دانه به مقدار ۶۵۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. Qalavand و همکاران (۲۰۱۲) به منظور ارزیابی تأثیر کودهای مختلف آلی و زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود نشان دادند که کودهای زیستی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه داشت. میکروارگانسیم‌های حل‌کننده فسفات یکی از کودهای زیستی هستند که با افزایش حلالیت فسفر در فسفات‌های معدنی کم محلول مانند سنگ فسفات باعث بهبود رشد گیاه می‌شوند. بسیاری از آنها نیز با تولید آنزیم فسفاتاز، فسفر را از ترکیبات آزاد می‌کنند (Pezeshkpour et al., 2014).

در رقم گوکسو و کاربرد اسید سالیسیلیک نیم میلی مولار و عدم کاربرد کود زیستی بدست آمد که با حداکثر عملکرد دانه به دست آمده ۷۵ درصد اختلاف داشت. آنچه که از نتایج مشهود است این است که کاربرد توام سالیسیلیک اسید و کودهای زیستی بیشترین عملکرد را نسبت به مصرف جداگانه تیمارهای اعمال شده را دارا بود. دستاوردهای برخی دیگر از بررسی‌ها با نتایج این مطالعه منطبق بود. به نظر می‌رسد یکی از دلایل افزایش عملکرد در گیاهان تیمار شده با سالیسیلیک اسید، احتمالاً ناشی از تاثیر سالیسیلیک اسید بر تثبیت دی‌اکسید کربن باشد (Norouzi and Sajedi, 2019). گزارش شده است که محلول پاشی با سالیسیلیک اسید از طریق میزان کلروفیل موجب افزایش ۱۳ درصدی در عملکرد کلزا شد (Arshadi, Keshavarz and Modarre, 2014) و همکاران (۲۰۲۰) با بررسی تاثیر باکتری‌های همزیستی بر نخود اعلام کردند به طور کلی تقریباً عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در تیمار مصرف تلفیقی ریزوبیوم و میکوریزا بیشتر از عملکردهای آنها در تیمارهای مصرف ریزوبیوم (به تنهایی) و مصرف تلفیقی ریزوبیوم و شبه میکوریزای داخلی بود. این نتایج، بازگوکننده ی موفقیت همزیستی سه گانه گیاه نخود، ریزوبیوم و میکوریزا و نیز نقش بهتر میکوریزا در تأمین عناصر غذایی مورد نیاز

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل محلول پاشی سالیسیلیک اسید در کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود پاییزه

وزن صد دانه	تعداد دانه در بوته	تعداد غلاف	غلاف تک دانه	کود زیستی	سالیسیلیک اسید
۳۷/۰۱ ^g	۲۵/۴۹ ^f	۶/۵۴ ^f	۴/۵۴ ^g	بدون مصرف	
۳۷/۹۵ ^{fg}	۲۷/۴۷ ^{ef}	۸/۲۵ ^{ef}	۶/۸۵ ^f	پتا بارور ۲	صفر میلی مولار
۳۸/۲۷ ^{fg}	۲۵/۸۶ ^f	۹/۶۴ ^e	۷/۳۲ ^{ef}	فسفات بارور ۲	
۴۰/۹۰ ^{cd}	۳۱/۹۷ ^{abcd}	۱۰/۹۸ ^{cd}	۸/۹۵ ^{cde}	پتا بارور ۲ + فسفات بارور ۲	
۳۸/۸۶ ^{ef}	۲۷/۲۲ ^{ef}	۱۰ ^{de}	۸/۰۸ ^{def}	بدون مصرف	
۴۰/۰۴ ^{de}	۲۹/۴۱ ^{def}	۹/۶۹ ^{de}	۷/۵۱ ^{def}	پتا بارور ۲	نیم میلی مولار
۴۱/۹۷ ^{bc}	۳۵/۱۷ ^{ab}	۹/۸۵ ^{de}	۸/۱۵ ^{def}	فسفات بارور ۲	
۴۳/۹۳ ^a	۳۳/۵۶ ^{abc}	۱۰/۳ ^d	۸/۲۵ ^{def}	پتا بارور ۲ + فسفات بارور ۲	
۴۱/۸۹ ^{bc}	۳۰/۹۳ ^{cde}	۱۰/۸۳ ^d	۹/۲۰ ^{cd}	بدون مصرف	
۴۰/۵۰ ^{cde}	۳۲/۶۷ ^{abcd}	۱۳/۷۹ ^b	۱۱/۱۰ ^b	پتا بارور ۲	یک میلی مولار
۴۲/۷۰ ^{ab}	۳۱/۲۲ ^{bcde}	۱۲/۸۵ ^{bc}	۱۰/۶۵ ^{bc}	فسفات بارور ۲	
۴۳/۷۳ ^a	۳۵/۴۲ ^a	۱۶/۹ ^a	۱۴/۴۰ ^a	پتا بارور ۲ + فسفات بارور ۲	

وجود حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک به طور معنی‌داری تحت تأثیر فاکتورهای سالیسیلیک اسید، کودهای زیستی، رقم و اثر متقابل سالیسیلیک اسید در کود زیستی، کود زیستی در رقم، سالیسیلیک اسید در رقم و اثر متقابل سه گانه قرار گرفت (جدول ۴). جدول مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه (جدول ۶) نشان داد، که بالاترین عملکرد بیولوژیک، رقم گوکسو با ۶۱۲۷/۹۴ کیلوگرم در هکتار ماده خشک با کاربرد سالیسیلیک اسید یک میلی‌مولار و مصرف کودهای زیستی فسفات بارور ۲ مشاهده گردید و کمترین عملکرد بیولوژیک نیز در ترکیب تیمار عدم کاربرد سالیسیلیک اسید و باز کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ با ۲۴۲۱/۹۸ کیلوگرم در هکتار برای رقم عادل بدست آمد که اختلافی ۶۰/۵ درصدی را نشان می‌دهد. در تیمارهای بدون کاربرد سالیسیلیک اسید کمترین عملکرد بیولوژیک (۲۴۲۲ کیلوگرم در هکتار) همراه کاربرد فسفات بارور ۲ برای رقم عادل بدست آمد و بیشترین عملکرد بیولوژیک (۳۹۹۹/۶ کیلوگرم در هکتار) در همین شرایط باز برای رقم عادل و کاربرد توام فسفات بارور ۲ و پتابارور ۲ بدست آمد (جدول ۶). چنین بنظر می‌رسد که کاربرد کودهای زیستی تأثیر بهتری بر جذب آب و مواد مغذی و جذب دیگر عناصر و همچنین فتوسنتز نخود داشته و این امر باعث افزایش زیست توده گیاهی و در نهایت عملکرد بیولوژیکی نخود شده است. گزارش شده است که افزایش زیست توده و به دنبال آن عملکرد دانه نخود تحت تنش خشکی در پاسخ به محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک ممکن است با القای نقش محافظتی غشا مرتبط باشد و در نتیجه از این طریق تحمل گیاه به آسیب‌ها افزایش می‌یابد (Vaisnad and Talebi, 2015). نتایج بررسی Mohammadparast و همکاران (2019) با بررسی تأثیر پیش تیمار بذر با اسید سالیسیلیک و باکتری محرک رشد بر ماش اعلام کردند که تلقیح باکتری‌های محرک رشد و پیش تیمار اسید سالیسیلیک تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک ماش داشتند، Khalilzadeh و همکاران (2012) نیز افزایش معنی‌دار وزن خشک گیاه ماش با مصرف کودهای بیولوژیک را گزارش کردند. نتایج Nazarli and Seyed Sharifi (2013). نیز تأثیر مثبت باکتری‌های محرک رشد را بر عملکرد و صفات زراعی آفتابگردان نشان دادند. اعتقاد بر این است که بهبود دهنده‌های رشد گیاهی

خاکزی با تغییر جمعیت میکروبی خاک موجب تولید انواع ترکیبات مفید بر رشد گیاهان می‌گردند و اغلب به طور مستقیم به دلیل فراهم کردن عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر ضروری) یا تغییر سطح انواع هورمون‌های گیاهی و یا به طور غیرمستقیم با کاهش اثرات ممانعت‌کنندگی انواع عوامل بیماریزا باعث افزایش رشد گیاهان می‌گردند (Gupta et al., 2015).

شاخص برداشت

جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل سه گانه سالیسیلیک اسید، کودهای زیستی و رقم بر صفت شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۴). همچنین با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس اثر تیمارهای اصلی سالیسیلیک اسید و کودهای زیستی در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری داشتند ولی شاخص برداشت تحت تاثیر ارقام قرار نگرفت. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۶) نشان داد که بالاترین شاخص برداشت (۶۹/۵۲ درصد) در رقم گوکسو و در کاربرد سالیسیلیک اسید یک میلی‌مولار به همراه کاربرد ترکیب کودزیستی فسفات بارور ۲ + پتابارور ۲ بدست آمد. در سطح عدم کاربرد سالیسیلیک اسید و تلقیح ارقام با ترکیب هر دو کود زیستی این رقم گوکسو بود که بیشترین شاخص برداشت را دارا بود. در کاربرد نیم میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و کود زیستی پتابارور ۲ رقم آزکان بیشترین شاخص برداشت را دارا بود. با توجه به نتایج بدست آمده از جدول مقایسه میانگین (جدول ۶) مشاهده می‌شود که ارقام گوکسو و آزکان (ارقام ترکیبی) نیاز بیشتری به مصرف کودهای فسفاته و پتاسه نسبت به ارقام عادل و منصور (ارقام ایرانی) را دارا هستند و ارقام ایرانی در شرایط عدم مصرف تیمارهای اعمال شده در این آزمایش مقاومت بیشتری نشان دادند که احتمالاً علت آن سازگاری این ارقام با شرایط محیطی باشد. با اینکه شاخص برداشت تحت تاثیر ارقام قرار نگرفت اما از چهار رقم مورد آزمایش، رقم عادل با ۳۲ درصد کمترین شاخص برداشت و رقم گوکسو با ۳۵/۴۹ درصد بیشترین شاخص برداشت را دارا بود. با توجه به اینکه شاخص برداشت صفتی است که از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک به دست می‌آید و احتمالاً عدم تاثیر رقم بر این صفت به دلیل تاثیر یکسان رقم‌های مورد آزمایش از نظر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بوده باشد. چنین بنظر

شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	تعداد غلاف دو بذری در بوته	رقم	کود زیستی	سالیسیلیک اسید
۲۹/۲۸ ^{h-n}	۲۷۷۰/۱ ^{qrs}	۸۱۶/۷۹ ^u	۰/۳ ^{mn}	عادل	بدون مصرف	صفر میلی مولار
۲۲/۷۷ ^{m-p}	۲۸۳۸/۶۶ ^s	۶۵۲/۱ ^u	۱/۰۳ ^{c-z}	منصور		
۲۳/۸۸ ^{k-p}	۲۹۶۶/۴۰ ^s	۷۲۰ ^u	۰/۴ ^{lmn}	آزکان		
۲۳/۸۲ ^{k-p}	۲۹۶۶/۴۰ ^s	۷۰۴/۴ ^{su}	۰/۴۸۸ ⁱ⁻ⁿ	گوکسو		
۴۲/۱۶ ^{b-e}	۳۵۵۶/۸ ^{i-q}	۱۳۷۱/۳ ^{f-l}	۰/۶ ^{h-m}	عادل	پتا بارور ۲	صفر میلی مولار
۳۱/۸۸ ^{e-m}	۳۱۹۹/۷ ^{l-s}	۱۰۰۹/۳ ^{k-u}	۰/۴ ^{mn}	منصور		
۳۳/۸۲ ^{d-l}	۳۴۹۹/۷ ^{i-r}	۱۱۸۳/۳ ^{i-p}	۰/۳۱۶ ^{mn}	آزکان		
۱۸/۲۱ ^p	۳۳۳۳ ^{k-r}	۶۱۶/۲ ^u	۰ ⁿ	گوکسو		
۴۸/۸۴ ^{b-c}	۲۴۲۲ ^s	۱۱۵۹/۵ ^{t-r}	۰/۸۶۷ ^{d-m}	عادل	فسفات بارور ۲	صفر میلی مولار
۳۱/۰۱ ^{f-m}	۳۱۹۹/۷ ^{l-s}	۹۹۲/۳ ^{k-u}	۰/۷۷ ^{e-m}	منصور		
۳۸/۵۹ ^{c-h}	۲۹۶۶/۴۰ ^s	۱۱۴۹/۶ ^{j-s}	۰/۵ ⁱ⁻ⁿ	آزکان		
۲۵/۷۲ ^{j-p}	۳۶۳۳ ^{h-q}	۹۳۴/۴ ^{l-u}	۱/۰۵ ^{c-i}	گوکسو		
۱۹/۱۹ ^{o-p}	۳۹۹۹/۶ ^{f-l}	۷۶۴/۱۹ ^u	۰/۷۶۶ ^{e-m}	عادل	پتا بارور ۲ + فسفات بارور ۲	صفر میلی مولار
۳۱/۴۴ ^{f-m}	۳۳۳۳ ^{k-r}	۱۰۳۸/۷ ^{k-u}	۱ ^{c-k}	منصور		
۲۳/۳۲ ^{l-p}	۳۹۳۲/۹ ^{f-m}	۹۱۳ ^u	۰/۴۳۳ ^{k-n}	آزکان		
۵۱/۸۷ ^b	۲۷۶۲/۷ ^{qrs}	۱۳۸۹/۷ ^{e-k}	۰/۶۳۳ ^{f-m}	گوکسو		
۳۲/۲۸ ^{e-m}	۳۸۲۵/۵ ^{g-o}	۱۲۴۲/۶ ^{i-p}	۰/۶۲۳ ^{g-m}	عادل	بدون مصرف	صفر میلی مولار
۳۷/۴۴ ^{d-i}	۳۸۷۷/۴ ^{g-m}	۱۵۲۶/۱ ^{d-k}	۰/۶۳۳ ^{f-m}	منصور		
۳۲/۳۰ ^{e-m}	۳۸۶۶/۳ ^{g-n}	۱۲۸۱ ^{h-o}	۰ ⁿ	آزکان		
۲۲/۹۴ ^{l-p}	۳۸۶۶/۳ ^{rs}	۶۱۴/۷ ^u	۰/۳۷۷ ^{lmn}	گوکسو		
۱۹/۸۳ ^{nop}	۲۶۶۶/۴ ^{c-h}	۸۵۰۰ ^u	۰/۷۶۶ ^{e-m}	عادل	پتا بارور ۲	نیم میلی مولار
۳۴/۵۸ ^{d-k}	۳۱۶۶/۴ ^{l-s}	۱۱۱۴/۳ ^{j-s}	۱/۲۹ ^{b-e}	منصور		
۴۰/۵۹ ^{c-g}	۳۴۹۲/۲ ^{j-r}	۱۴۰۱/۸ ^{e-k}	۱/۱ ^{c-h}	آزکان		
۳۰/۸۸ ^{f-m}	۲۷۹۴/۲ ^{qrs}	۸۷۴ ^{n-u}	۰/۷ ^{f-m}	گوکسو		
۳۶/۲۷ ^{d-j}	۳۶۷۴/۶ ^{g-p}	۱۳۳۴/۸ ^{g-m}	۱/۷۵ ^b	عادل	فسفات بارور ۲	نیم میلی مولار
۲۷/۵۰ ^{i-p}	۳۳۱۰/۸ ^{k-r}	۹۰۱/۳ ^{m-u}	۰/۳ ^{mn}	منصور		
۳۵/۱۲ ^{d-j}	۳۱۹۹/۷ ^{l-s}	۱۱۰۹/۶ ^{j-s}	۰/۵ ⁱ⁻ⁿ	آزکان		
۱۹/۷ ^{nop}	۳۴۰۷/۱ ^{k-r}	۶۹۳/۹ ^u	۰/۳۸۸ ^{lmn}	گوکسو		
۴۲/۱۱ ^{b-e}	۳۰۶۶/۴ ^{m-s}	۱۳۰۴/۹ ^{h-n}	۱/۱۵ ^{c-h}	عادل	پتا بارور ۲ + فسفات بارور ۲	نیم میلی مولار
۳۱/۵۸ ^{e-m}	۳۶۹۹/۶ ^{g-p}	۱۱۷۰/۳ ^{j-r}	۰/۸ ^{d-m}	منصور		
۲۲/۹۳ ^{l-p}	۴۳۱۶/۲ ^{d-i}	۹۷۶/۷ ^{k-u}	۱/۰۳۳ ^{c-z}	آزکان		
۳۸/۲۳ ^{c-i}	۲۹۹۹/۷ ^{n-s}	۱۱۷۰/۹ ^{i-r}	۰/۸۹۳ ^{c-l}	گوکسو		

وجود حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است.

ادامه جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه سالیسیلیک اسید، کود زیستی و رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود پاییزه

شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	تعداد غلاف دو بذری در		رقم	کود زیستی	سالیسیلیک اسید
			بوته	بوته			
۳۸/۹۹ ^{c-h}	۴۳۶۶/۳ ^{c-i}	۱۷۰۴ ^{c-h}	۰/۳ ^{mn}	عادل			
۳۵/۵۵ ^{d-j}	۵۰۸۸/۴ ^{bcd}	۱۸۳۲/۴ ^{c-f}	۰/۴۷۷ ^{j-n}	منصور	بدون مصرف		
۳۰/۷۴ ^{f-m}	۳۷۳۳ ^{g-o}	۱۱۵۴/۳ ^{j-s}	۱/۲۹ ^{b-e}	آزکان			
۳۱/۶۱ ^{e-m}	۳۴۹۹/۷ ^{i-r}	۱۱۲۲/۳ ^{j-s}	۱/۱ ^{c-h}	گوکسو			
۳۶/۵۳ ^{d-j}	۴۹۶۶/۲ ^{b-e}	۱۸۶۶ ^{cd}	۱/۳۶ ^{bcd}	عادل	پتا بارور ۲		
۴۱/۱۴ ^{b-f}	۴۷۶۶/۲ ^{b-e}	۱۹۵۴/۳ ^{cd}	۱/۳۵۳ ^{b-e}	منصور			
۴۲/۴۶ ^{bcd}	۴۰۹۹/۶ ^{e-k}	۱۷۸۲/۷ ^{c-g}	۱/۰۱ ^{c-j}	آزکان			
۱۹/۶۲ ^{nop}	۵۲۳۲/۸ ^{bc}	۱۰۱۸/۷ ^{k-u}	۱/۱۹ ^{b-g}	گوکسو	فسفات بارور ۲		
۳۱/۷۵ ^{e-m}	۵۵۹۹/۴ ^{ab}	۱۸۳۲/۷ ^{cde}	۱/۳۱۹ ^{b-e}	عادل			
۳۴/۴۵ ^{d-k}	۵۱۳۲/۸ ^{bcd}	۱۸۲۳/۳ ^{c-f}	۱/۴۵۳ ^{bcd}	منصور			
۳۰/۲۰ ^{g-n}	۴۵۳۲/۹ ^{c-g}	۱۳۴۳ ^{g-m}	۰/۷۷۶ ^{e-m}	آزکان	پتا بارور ۲ + فسفات		
۳۲/۷۱ ^{d-m}	۶۱۲۷/۹ ^a	۱۹۸۵/۳ ^{bc}	۱/۰۱ ^{c-j}	گوکسو			
۴۸/۶۳ ^{bc}	۵۱۶۶/۲ ^{bcd}	۲۴۹۹ ^a	۲/۷۸ ^a	عادل			
۳۸/۴۵ ^{c-h}	۵۴۳۲/۸ ^{ab}	۲۰۲۷ ^{bc}	۱/۲ ^{b-f}	منصور	بارور ۲		
۳۰/۰۱ ^{g-o}	۵۴۳۲/۸ ^{ab}	۱۶۲۴/۳ ^{c-i}	۱/۲ ^{b-f}	آزکان			
۶۲/۵۲ ^a	۳۴۹۹/۷ ^{i-r}	۲۴۳۸/۸ ^{ab}	۰/۴ ^{lmn}	گوکسو			

وجود حروف مشابه در هر ستون به منزله عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد بر اساس آزمون LSD است.

لنتوس و پسودوموناس پوتیدا باشد که جنس باسیلوس با ترشح اسیدهای آلی ابتدا باعث کاهش pH به صورت موضعی شده و سپس با تجزیه پیوند موجود در ساختار ترکیبات فسفات معدنی که به صورت نامحلول در خاک درآمده‌اند، آنها را به شکل محلول قابل جذب توسط ریشه گیاه در می‌آورد و جنس پسودوموناس با ترشح آنزیم های فسفاتاز باعث تجزیه ترکیبات فسفات آلی، و در نتیجه معدنی شدن و قابل جذب شدن آنها می‌شود (Ojaghlu., 2016).

می‌رسد که کاربرد سالیسیلیک اسید و کودهای زیستی تأثیر یکسانی بر شاخص برداشت داشته‌اند و احتمالاً بر جذب آب و مواد مغذی و جذب دیگر عناصر موثر بوده و این امر باعث افزایش شاخص برداشت شده است. محققان بیان کردند که بالاتر بودن شاخص برداشت دلیل برتری یک گیاه نیست، چرا که افزایش عملکرد دانه در یک گیاه؛ تحت تاثیر یک تیمار خاص از افزایش شاخص برداشت مهمتر است (Momeni *et al.*, 2020). کود زیستی فسفات بارور ۲ حاوی دو نوع باکتری حل کننده فسفات، باسیلوس

نتیجه گیری کلی

به طور کلی کاربرد کودهای زیستی به ویژه تلقیح توام با فسفات بارور ۲ و پتابارور ۲ و محلولپاشی اسیدسالیسیلیک یک میلی مولار باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود گردید. بیشترین عملکرد دانه (۲۴۹۹ کیلوگرم در هکتار) در رقم عادل با کاربرد اسیدسالیسیلیک یک میلی مولار و مصرف توام کود زیستی فسفات بارور ۲ و پتابارور ۲ و کمترین عملکرد دانه (۶۱۴/۶۷ کیلوگرم در هکتار) در رقم گوکسو و کاربرد اسید سالیسیلیک نیم میلی مولار و عدم کاربرد کودزیستی بدست آمد که با حداکثر عملکرد دانه به دست آمده ۷۵ درصد اختلاف داشت. همچنین بالاترین شاخص برداشت (۶۹/۵۲ درصد)

در رقم گوکسو و در کاربرد سالیسیلیک اسید یک میلی مولار با کاربرد ترکیب کودزیستی فسفات بارور ۲ و پتابارور ۲ بدست آمد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت آموزشی و پژوهشی دانشگاه ایلام، در جهت پیشبرد رساله دکتری که مقاله حاضر حاصل اجرای آن است، سپاسگزاری و قدردانی می گردد.

منابع

- Adeli, Ch., Pasari, B., & Rokhzadi, A. (2019). Investigation of the reaction of two cultivars of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to the application of different biological and chemical fertilizers. *Journal of Plant Ecophysiology*, 11 (39), 111-125. (In Persian).
- Agricultural Statistics 2019- 2020. Ministry of Jihad Agriculture, Deputy of Economy and Planning, Technology and Information and Communication Center. first volume. Crops (In Persian).
- Amiri, A., S.R. Parsa, M. Nezami., & A. Ganjeali, (2011). The effects of drought stress at different phenological stages on growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in greenhouse conditions. *Iranian Journal of Pulses Research*, 1,69-84. (In Persian).
- Arshadi, M.J., Parsa, M., Lekzian, A., & Kafi, M. (2020). The effect of coexistence of arbuscular mycorrhiza and internal mycorrhiza on grain yield and some physiological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *Iranian legumes research.*, 12(2), 104-121. (In Persian).
- Bhat, R.A, Beigh., B.A, Mir., S.A, Dar, S.A, Dervash, M.A, Rashid, A., & Lone, R. (2018). Biopesticide Techniques to remediate pesticides in polluted ecosystems. In: Wani KA, Mamta (eds) Handbook of research on the adverse effects of pesticide pollution in aquatic ecosystems. IGI Global, Hershey, pp 387–407.
- Chamani, F., Tohidinejad, A.A., & Mahiji, M. (1397). The effect of salicylic acid on some morphological and agronomic traits of Guar (*Cyamopsi tetragonoloba* L.) under drought stress. *Journal of Crop Ecophysiology*, 19, (4), 569-580. (In Persian).
- Chandini, kumar, R., kumar, R., & Prakash, O. (2019). The impact of chemical fertilizers on our environment and ecosystem. Chapter 5. Pag 69-86. See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/331132826>.
- Dar GH, Bhat RA, Kamili AN, Chishti MZ, Qadri H, Dar R., & Mehmood MA. (2020). Correlation between pollution trends of freshwater bodies and bacterial disease of fish Fauna. In: Qadri H, Bhat RA, Dar GH, Mehmood MA (eds) Freshwater pollution dynamics and remediation. *Springer Nature*, Singapore, pp 51–68.
- Dervash MA, Bhat RA, Shafiq S, Singh DV, Mushtaq, N. (2020). Biotechnological intervention as an aquatic clean-up tool. In: Qadri H, Bhat RA, Mehmood MA, Dar GH (eds) Freshwater pollution dynamics and remediation. *Springer Nature*, Singapore, pp 183–196.
- Ehteshami, S., M., R., Kashani, M., & Yousefirad, M. (2016). The effect of seed inoculation with *Pseudomonas* and *Azotobacter* bacteria on quantitative and qualitative yield of two sesame cultivars (*Sesamum indicum* L.). *Iranian Seed Science and Research*, 3(3), 47- 57. (In Persian).
- El-Hak, S.G., Ahmed, A.M., & Moustafa, Y.M.M. (2012). Effect of foliar application with two antioxidants and humic acid on growth, yield, and yield components of peas (*Pisum sativum* L.). *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*, 4(3), 318-328.
- FAO. (2018) FAOSTAT. Food and agriculture organization of the United Nations. <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>.
- Farooq, M., Gogoi, N., Barthakur, S., Baroowa, B., Bharadwaj, N., Alghamdi, S. S., & Siddique, K.H.M. (2016). Drought stress in grain legumes during reproduction and grain filling. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 203(2), 81-102.
- Fatma A.G., Lobna A.M., & Osman N.M. (2008). Effect of compost and biofertilizers on growth, yield, and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) Plant. *International Journal of Agriculture and Biology*, 10(4), 381–387.
- Francois, E.L. (1994). Growth seed yield and oil content of canola grown under saline conditions. *Agronomy Journal*, 86, 233-237.
- Gupta, G., Parihar, S.S., Ahirwar, N.K., Snehi, S.K., & Singh, V. (2015). Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): Current and future prospects for development of sustainable agriculture. *Journal of Microbial and Biochemical Technology*, 7(2), 96-102.
- Hanson, B.K., Eriksmoen, E.D., Henson, R., Carr, P.M., & McKay, K.R. (2001). Response to various management factors in canola production. Dickinson Research. *Extension Center Annual Report*, 7, 126-137.
- Keshavarz, H., & Modarres Sanavy, S.A.M. (2014). Effect of salicylic acid on chlorophyll, some growth characteristics, and yield of two canola varieties. *Journal Crop Production*, 7(4), 167-178. (In Persian).
- Khalilzadeh, R., Tajbakhsh, M., & Jalilian, J. (2012). The effect of foliar application of organic, biological, and urea fertilizer extracts on the relationships between morphological characteristics of root and mung bean plant organs. *Twelfth Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding*. Islamic Azad University, Karaj Branch. 16-14. (in Persian).
- Khosrojerdi, M., Shahsoni, Sh., Gholipour, M., & Asghari, H., R. (2013). The effect of inoculation of *Rhizobium* bacteria and mycorrhizal fungi on the uptake of some mineral elements by chickpeas in different levels of ferrous sulfate fertilizer. *Journal of Crop Production*, 6(3), 87-71. (in Persian).

- Kumar, S., Saxena, S.N., Mistry, J.G., Fougat, R. S., Solanki, R.K. & Sharma, R. (2015). Understanding *Cuminum cyminum*: An important seed spice crop of arid and semi-arid regions. *Internation Journal Seed Spices*, 5(2), 1-19.
- Mazid M., & Khan TA. (2015). Future of bio-fertilizers in Indian agriculture: an overview. *International Journal of Agricultural and Food Research*, 3(3),10–23.
- Mohammadparast, B., Hatami, A. Rostami, M., & Azizi, A. (2019). The effect of seed pretreatment with salicylic acid and inoculation with growth-promoting bacteria on yield and some morphophysiological characteristics of mung bean (*Vigna radiate*). *Journal of Plant Ecophysiology*. The eleventh year, number thirty-six. Pages 203 - 190. (in Persian).
- Momeni, F., Siadat, S. A., Abdali Mashhadi, A., Pakdaman Sardrood, B., & Ghobadi, M. (1399). The effect of some biofertilizers and foliar application of salicylic acid on the yield of chickpea (*Cicer arietinum L.*) cultivars in rainfed conditions. *Iranian Journal of Rainfed Agriculture*, 2(2), 282-195. (in Persian).
- Mushtaq., N, Bhat., R.A, Dervish., MA, Qadri., H., & Dar, GH. (2018). Biopesticides: the key component to remediate pesticide contamination in an ecosystem. In: *Environmental contamination and remediation*. Cambridge Scholars Publishing, Cambridge, UK, pp 152–178.
- Nazarli, H., & Seyed Sharifi, R. (2013). A quantitative and qualitative study of yield and some agronomic characteristics of sunflower (*Helianthus annus L.*) in response to seed inoculation with growth-promoting bacteria at different levels of nitrogen. *Agricultural ecology*; 5(3), 308 - 317. (in Persian)
- Nejatzadeh, F. (2015). Effect of nitrogenous biochemical fertilizers on growth, yield, and composition of dill essential oil (*graveolens Anethum L.*). *New Journal of Cellular-Molecular Biotechnology*, 3(5), 84 - 77. (in Persian).
- Norouzi, M., & Sajedi, N. (2019). The effect of foliar application of salicylic acid and selenium at different stages of growth on some physiological traits of chickpea under rainfed conditions, *Iranian Beans Research*, 10(3), 36-48. (In Persian).
- Ojaklu, F. (2016). The effect of inoculation with biofertilizers (Azotobacter and fertilizing phosphate) on the growth, yield and yield components of safflower. Master's thesis in agriculture. Faculty of Agriculture, Tabriz Islamic Azad University. (In Persian).
- Pezeshkpour, P., ardakani, M.R. Pakenjad, F., & vazan, S. (2014). Effect of application of vermicompost, mycorrhizal symbiosis, and biphosphate solvent on physiological traits and yield of chickpea. *Journal of Crop Physiology*, 6(23), 53-65. (in Persian).
- Qalavand, A., Mohammadi, Kh., Agha Alikhani, M., & Sohrabi, Y. (2012). The effect of different organic and biological fertilizers on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum L.*). *Journal of Agriculture*, 94, 49 - 41. (In Persian).
- Sahraei, E. Maleki, A., Pazoki, A., & Fathi, A. (2018). The effect of Salicylic and Ascorbic Acid on Ecophysiological Characteristics and German Chamomile Essences in Deficit of Water. *Applied Research of Plant Ecophysiology*, 5(1), 117-142.
- Salek Mearaji, H., & Hatami, A. (1399). The effect of foliar application of glycine-betaine and salicylic acid on yield and yield components of two dryland chickpea cultivars (*Cicer arietinum L.*). *Scientific Journal of Crop Ecophysiology*, 14(1), 1 - 20. (In Persian).
- Sayadi, V. Pourabouqdareh, A.R., & zare, M.J. (2012). The effect of seed pretreatment with D-4,2 hormone and Azesperlium strain bacteria on yield and yield components of mung bean. *Twelfth Congress of Agricultural Sciences and Plant Breeding*, Islamic Azad University, Karaj Branch. 14-16. (In Persian)
- Shen, J., Li, C., Mi, G., Li, L., Yuan, L., Jiang, R., & Zhang, F. (2011). Maximizing root/rhizosphere efficiency to improve crop productivity and nutrient use efficiency in intensive agriculture in China. *Plant Physiology*, 156, 997–1005.
- Singh., DP, Singh., & HB, Prabha, R. (2016). *Microbial inoculants in sustainable agricultural productivity*. Springer, New York.
- Vaisnad, Sh., & Talebi, R. (2015). Salicylic acid-enhanced morphological and physiological responses in chickpea (*Cicer arietinum L.*) under water deficit stress. *Environmental and Experimental Biology*, 13, 109-115.
- Yeganehpour, F., Zehtab Salmasi, S., Shafaq Kalvanagh, J., & Ghasemi Golazani, K. (2016). Effect of drought stress, chemical and biological fertilizer, and salicylic acid hormone on grain yield and yield components in (*Coriandrum sativum L.*). *Journal of Crop Production*, 9, 37-55. (In Persian).
- Zhenixi, I., Wang, P., & Zhang, T. (2008). Effects of types and application rates of nitrogen fertilizer on the development and nitrogen utilization of summer maize. *Frontiers of Agriculture in China*, 2, 44-49.

Effect of foliar application of salicylic acid and biofertilizers on yield and yield components of chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) in dryland conditions

Hamzeh Shiroui¹, Ali Hatami^{*2}, Ehsan Zeidali², Yaser Alizadeh²

1. Ph.D. student, Department of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

2. Assistant Professor, Department of Agriculture and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

Received: 07-05-2022

Accepted: 23-07-2022

Abstract

In order to investigate the effect of salicylic acid and biofertilizers on yield and yield components of four chickpea cultivars in dryland conditions of Kermanshah province, an experiment in the form of split-plot factorial based on randomized complete blocks in three replications in 2019 at Hamil Agricultural Jihad Center farm Islamabad-e-Gharb city was implemented. Experimental treatments include three levels of foliar application of salicylic acid before flowering (no consumption, 0.5 mM, and 1 mM) as main plots, biofertilizer at four levels (control, Phosphate barvar 2, Pota barvar 2, and Pota barvar 2 + Phosphate barvar 2) and four chickpea cultivars (Adel, Mansour, Azkan, and Goksu) as in sub-plots. The results showed that salicylic acid and biofertilizers and their interactions had a significant effect on grain yield and yield components. Cultivars were significantly different in all traits except the harvest index. The triple interaction of salicylic acid, biofertilizers, and cultivars also affected the number of empty pods, number of bi-seed pods, biological and grain yield, and harvest index. The highest grain yield (2499 kg/ha) belonged to Adel cultivar with 1 mM salicylic acid and combined application of Phosphate barvar 2 + Pota barvar 2 and the lowest grain yield (614.67 kg/ha) belonged to the Goksu cultivar and 0.5 mM salicylic acid and non-application of biofertilizer. The lowest grain yield was 75% lower than the maximum grain yield obtained. Therefore, the use of salicylic acid and seed inoculation with biofertilizers increased yield and yield components.

Keywords: Pota barvar 2, pod number, harvest index, Phosphate barvar 2

Citation: Shiroui, H., Hatami, A., Zeidali, E., & Alizadeh, Y. (2023). Effect of foliar application of salicylic acid and biofertilizers on yield and yield components of chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) in dryland conditions. *Plant Production and Genetics*, 4(1), 71-86. <https://doi.org/10.34785/J020.2022.017>.

Copyrights:

Copyrights rights for this article is retained by the author (s), with publication rights granted to Plant Production and Genetics. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



*Corresponding Author Email: a.hatami@ilam.ac.ir