Archive of SID

نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد چهاردهم، شماره ۱(۵۳)، بهار ۱۳۹۹، صفحه ۲۰-۱

مقاله پژوهشی DOI:10.30495/jcep.2020.671638

تأثیر محلول‌پاشی گلایسین-بتائین و سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود دیم (*Cicer arietinum* L.)

هادی سالک معراجی[1*] و اکرم حاتمی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۷/۲۹ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۸/۱۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۲۰

چکیده

نخود به‌عنوان یکی از محصولات مهم در زراعت دیم غالباً با خشکی انتهای فصل مواجه است. راهکارهایی که بتـواند اثرات خشکی آخر فصل در گیاهان دیم را کاهش دهد بسیار می‌تواند سودمند باشد. به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی گلایسین-بتائین و سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجـزای عملکرد نخـود در شرایط دیم، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه پژوهشی شهرستان رزن استان همدان اجرا گردید. عوامل آزمایش شامل محلول‌پاشی با آب معمولی به‌عنوان تیمار شاهد، سه سطح محلول‌پاشی با گلایسین-بتائین (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌مولار) و سه سطح سالیسیلیک اسید (۲۵۰، ۵۰۰ و ۷۵۰ میکرومولار) روی دو رقم نخود سارال و هاشم بود. محلول پاشی با گلایسین-بتائین و سالیسیلیک اسید روی تمام صفات مورد ارزیابی هر دو رقم به‌جز تعداد دانه در غلاف، تأثیر معنی‌داری داشت. بالاترین عملکرد دانه رقم هاشم (۱۶۸/۰۵ گرم بر متر مربع) و سارال (۱۷۸/۵۵ گرم بر متر مربع) در غلظت ۶۰۰ میلی‌مولار گلایسین-بتائین مشاهده گردید. تیمار ۶۰۰ میلی‌مولار گلایسین-بتائین عملکرد دانه رقم هاشم و رقم سارال را به‌ترتیب ۱۷/۶ و ۱۸/۵ درصد افزایش داد. بین دو رقم مورد بررسی نیز از نظر صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. حداکثر تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، زیست‌توده و شاخص برداشت در رقم سارال و بالاترین ارتفاع بوته، وزن صد دانه و درصد پروتئین دانه نیز در رقم هاشم مشاهده شدند. نتایج نشان داد که کاربرد گلایسین-بتائین بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود تحت شرایط دیم مؤثرتر از محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید بوده و می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مؤثر در بهبود عملکرد نخود در زراعت دیم به کار گرفته شود.

واژگان کلیدی: پروتئین، دیم، سالیسیلیک اسید، عملکرد، گلایسین-بتائین.

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۲- کارشناس مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال زنجان، زنجان، ایران.

(نگارنده‌ی مسئول) h.salek228@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تغییرات اقلیمی در سال‌های اخیر (مخصوصاً کاهش بارندگی‌ها) و مسأله تأمین نیاز غذایی مردم در داخل کشور، اهمیت دیم‌کاری در امر تولیدات زراعی و اقتصاد کشور را دو چندان می‌کند. بنابراین بهبود و افزایش تولید در این بخش سبب بهبود وضعیت امنیت غذایی و استقلال کشور خواهد شد (Majnun Hoseini, 2013). نخود از نظر سطح زیرکشت در بین حبوبات سومین محصول جهان بوده (Jalota *et al*., 2007) و در ایران مقام اول را داشته که به‌طور عمده در غرب و شمال‌غربی کشور کشت می‌شود (Anonymous, 2006). هندوستان، میانمار و پاکستان سه کشور عمده تولید کننده نخود در دنیا بوده و ایران رتبه هشتم را به خود اختصاص داده است (Anonymous, 2017). در ایران نخود معمولاً در مناطقی کشت می‌شود که رطوبت خاک در انتهای فصل رسیدن گیاه محدود کننده تولید است و گیاه با خشکی انتهای فصل مواجه می‌شود (Rahbarian, *et al*., 2011). آمار مربوط به کشت و کار حبوبات دیم در ایران نشان می‌دهد که سالانه حدود یک میلیون هکتار زیر کشت نخود بوده و زراعت این محصولات حدود ۶۰ درصد از مساحت مذکور را شامل می‌شود و این در حالی است که بیش از ۹۰ درصد آن به‌صورت دیم کشت می‌گردد (Sadeghzade *et al*., 2014)، این امر حاکی از اهمیت و نقش این گیاه به عنوان یکی از محصولات اساسی در دیم‌زارهای کشور می‌باشد. میانگین عملکرد نخود دیم در ایران ۵۳۰ کیلوگرم در هکتار است که نسبت به میانگین عملکرد جهانی (۱۱۸۰ کیلوگرم) بسیار پایین است (Sabaghpour *et al*., 2006).

عوامل مختلفی در پایین بودن عملکرد نخود در ایران مؤثر هستند که مهمترین آن فقدان بارندگی کافی در طی رشد و نمو است (Sabaghpour *et al*., 2006). تنش رطوبتی یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش عملکرد این گیاه بوده و به تنهایی ۴۵ درصد از عملکرد دانه نخود را کاهش می‌دهد (Ganjeali and Nezami, 2008). تحقیقات مختلف بیانگر تأثیر نامطلوب تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود می‌باشد. گزارش گردیده که تنش خشکی سبب کاهش تعداد غلاف و عملکرد دانه نخود گردید در حالی که بر وزن صد دانه تأثیرگذار نبود (Sio-Se Mardeh *et al*., 2014). تنش خشکی عملکرد و اجزای مرتبط با عملکرد نخود را کاهش داد (Ghassemi-Golezani *et al*., 2008). همچنین، در شرایط تنش رطوبتی، سرعت و دوره پر شدن دانه، تعداد نیام در بوته و وزن دانه نخود کاهش می‌یابد (Mohammadi *et al*., 2006). گزارش کردند که در شرایط تنش شدید و متوسط عملکرد دانه ارقام مختلف نخود کاهش پیدا می‌کند (Shaban *et al*., 2012). گزارش شده است که عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف ارقام مختلف نخود تحت تأثیر تنش خشکی کاهش یافت (Marjani *et al*., 2017; Farshadfar and Javadinia, 2011). کاهش عملکرد دانه، عملکرد زیست توده و وزن صد دانه ارقام نخود تحت شرایط تنش خشکی توسط ناصح حسینی و همکاران (Naseh Hosseini *et al*., 2018) نیز گزارش گردیده است. گیاهان با استفاده از مکانیسم‌های متابولیسمی مختلف به تنش‌های محیطی پاسخ داده و قابلیت تحمل به تنش را افزایش می‌دهند (Pérez-Clemente *et al*.,

www.SID.ir

Archive of SID

2013). تجمع محلول‌های سازگار کننده یکی از مکانیسم‌های مؤثر در تعدیل تنش‌های اسمزی بوده که قادر به حفظ تورژسانس سلول‌ها و فرآیندهای وابسته به آن در پتانسیل‌های پایین آب هستند (Vinocur and Altman, 2005). از طرفی محلول‌های سازگار کننده با کاهش اثرات مخرب گونه‌های فعال اکسیژن و جلوگیری از پراکسیداسیون چربی‌های غشاء و نیز با حفاظت از پروتئین‌های غشاء، به سلامت و یکپارچگی غشاء کمک نموده و سبب افزایش آستانه تحمل به تنش اسمزی می‌شود (Zhang *et al*., 2008).

گلایسین-بتائین متداول‌ترین اسید آمینه سازگار در گیاهان بوده و از طریق تنظیم اسمزی سلول، خنثی‌سازی سمیت انواع اکسیژن فعال، پایداری غشاء، کاهش آسیب سلولی و محافظت از آنزیم‌های مختلف، تحمل گیاه را به تنش افزایش داده و در شرایط تنش نقش تنظیم‌کننده اسمزی را ایفا می‌کند (Ashraf and Foolad, 2007). کاربرد خارجی گلایسین-بتائین در گیاهان تحت تنش به‌صورت تیمار با بذر و یا محلول‌پاشی روی برگ به‌منظور افـزایش تحمل گیاهان به تنش می‌تواند سودمند باشد (Ashraf and Foolad, 2007). بر همین اساس، گزارش گردیده که محلول‌پاشی گلایسین-بتائین در سویا سبب افزایش شاخه فرعی، پروتئین دانه، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه گردید ولی بر وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف اثرگذار نبود (Rezaei, 2010). کاربرد خارجی گلایسین-بتائین سبب افزایش تعداد و سطح برگ، تعداد پنجه، وزن خوشه، طول خوشه و وزن هزار دانه ژنوتیپ‌های برنج در شرایط تنش خشکی گردید (Tisarum *et al*., 2019). تأثیر مثبت کاربرد گلایسین-بتائین بر گیاه سورگوم (Kadkhodaie *et al*., 2016; Arafa *et al*., 2009)، گوجه‌فرنگی (Taghdisi Sayyar *et al*., 2016) و کلزا در شرایط تنش خشکی (Kadkhodaie *et al*., 2014) همچنین، ذرت (Ali *et al*., 2009) در شرایط تنش شوری به اثبات رسیده است. یکی دیگر از مکانیسم‌های گیاهان جهت مقاومت به شرایط نامساعد محیطی، تغییر در غلظت تنظیم کننده‌های رشد است. سالیسیلیک اسید، یک ترکیب آنتی‌اکسیدانی است و جزو شبه هورمون‌های گیاهی به شمار می‌رود (Raafat and Radwan, 2011). سالیسیلیک اسید پیام‌رسانی قوی است که پاسخ‌های ویژه‌ای به تنش‌های محیطی از جمله خشکی می‌دهد (Papova *et al*., 2009). این شبه هورمون از طریق افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی، پرولین، قندها و کاهش پراکسیداسیون لیپدی غشاء سبب افزایش تحمل گیاهان در برابر تنش می‌گردد (Kshavrz *et al*., 2012). البته بسته به غلظت مصرفی، گونه گیاهی، مرحله رشدی گیاه و شرایط محیطی میزان تأثیرگذاری آن متفاوت است (Iqbal and Ashraf, 2006). نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که سالیسیلیک اسید نقش مؤثر و مثبتی در رشد و نمو نخود دارد (Majd *et al*., 2006; El-Hak *et al*., 2012). محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید سبب افزایش وزن غلاف، وزن صد دانه، پروتئین محلول و عملکـرد دانه نخود گردید (Maddah *et al*., 2007). محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید سبب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت ارقام مختلف لوبیا قرمز در شرایط تنش می‌گردد (Sepehri *et al*.,

www.SID.ir

Archive of SID

2015). با توجه به این که تنش آبی از عوامل اصلی محدود کننده عملکرد محسوب می‌شود، بنابراین تحقیق روی مکانسیم تحمل گیاهان زراعی به کم‌آبی حایز اهمیت است. در این میان استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها، اسید آمینه‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در بهبود و کاهش اثرات نامطلوب کم‌آبی در این گیاهان می‌تواند سودمند باشد. لذا، با توجه به اهمیت نخود، هم از نظر ارزش غذایی و هم از نظر مساحت کشت در دیم‌زارها، آزمایشی به‌منظور بررسی تأثیر گلایسین-بتائین و سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه در شرایط دیم طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید و گلایسین‌بتائین بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه نخود تحت شرایط دیم، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۶ در مزرعه پژوهشی برادران مهدیخانی شهرستان رزن استان همدان اجرا گردید. موقعیت جغرافیایی محل اجرای آزمایش، ۳۵ درجه و ۲۳ دقیقه عرض شمالی، ۴۹ درجه و ۲۷ دقیقه طول شرقی، با ارتفاع ۱۸۰۳ متر از سطح دریا و میانگین بارندگی ۳۰۰ الی ۴۰۰ میلی‌متر می‌باشد. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشی با آب شهری به عنوان تیمار شاهد، سه سطح محلول‌پاشی با گلایسین-بتائین (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌مولار) و سه سطح سالیسیلیک اسید (۲۵۰، ۵۰۰ و۷۵۰ میکرومولار) روی دو رقم نخود سارال و هاشم بودند. به‌منظور انجام این آزمایش، ابتدا از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک مورد نظر نمونه برداری و جهت آنالیز خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به مؤسسه آب و خاک کرج ارسال گردید (جدول ۱). به منظور تهیه بستر کاشت، در پاییز سال ۱۳۹۶ ابتدا با گاوآهن برگردان‌دار خاک تا عمق ۴۰ سانتی‌متری شخم زده شد. مقدار ۸۰ کیلوگرم سوپر فسفات ساده و ۴۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم به خاک اضافه و سپس عملیات کلوخ شکنی با روتیواتور و تسطیح زمین توسط دستگاه تسطیح کن انجام گردید. در تاریخ ۲۵ اسفند ماه سال ۱۳۹۶ عملیات کشت به صورت دستی انجام گردید. اطلاعات هواشناسی مکان اجرای آزمایش در جدول شماره ۲ آورده شده است. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کشت به طول دو متر، فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بذرها روی خطوط کشت، ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در مراحل مختلف رشد گیاه، علف‌های هرز از طریق وجین دستی کنترل شدند.

زمان اعمال تیمارهای سالیسیلیک اسید و گلایسین-بتائین با غلظت‌های مورد نظر در دو مرحله از نمو گیاه، یکی در زمان شروع گلدهی (حدود ۱۰ درصد گلدهی) و دیگری دو هفته پس از محلول‌پاشی نوبت اول بود. به منظور افزایش سطح جذب ترکیبات مورد نظر توسط برگ‌ها، مقدار پنج سی‌سی محلول توئین ۲۰ (۰/۰۵ درصد) به هر ۲۰ لیتر آب اضافه گردید. تیمار شاهد نیز حاوی همان مقدار توئین ۲۰ به همراه آب شهری بود. پس از رسیدن فیزیولوژیکی گیاه (رسیدگی حدود ۹۰ درصد غلاف‌ها)، ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای هر کرت به‌عنوان اثر حاشیه حذف و سپس عملیات برداشت آغاز گردید. از مجموع عملکرد دانه و کاه و کلش، عملکرد زیست توده محاسبه گردید. محاسبهٔ شاخص برداشت دانه از رابطه زیر بدست آمد (Karam *et al*., 2007).

www.SID.ir

Archive of SID

$$HI=\frac{EY}{BY}\times 100$$

HI: شاخص برداشت برحسب درصد، EY:عملکرد اقتصادی و BY: عملکرد زیست توده.

درصد پروتئین دانه به روش روش کجلدال و طبق روش اصلاح شده مگومایا و همکاران (Magomya *et al*., 2014) اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری صفات مورد نظر، تجـزیه واریانس داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزارSAS و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون دانکن چند دامنه‌ای و در سطح احتمال پنج درصد مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: اثر محلول‌پاشی مواد تنظیم کننده رشد و رقم بر ارتفاع بوته نخود در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). با افزایش غلظت گلایسین-بتائین ارتفاع بوته نیز افزایش یافت. کمترین و بیشترین ارتفاع بوته با ۲۰/۸۲ و ۲۶/۵۹ سانتی‌متر به ترتیب در تیمار شاهد و محلول‌پاشی ۶۰۰ میلی‌مولار گلایسین-بتائین مشاهده گردید (جدول ۴). محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید نیز ارتفاع بوته را افزایش داد. بیشترین ارتفاع بوته (۲۵/۰۷ سانتی‌متر) در غلظت ۵۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید و کمترین آن (۲۰/۸۲ سانتی‌متر) در تیمار شاهد مشاهده گردید. نخود رقم هاشم با ۲۵/۹۳ سانتی‌متر ارتفاع بیشتری نسبت به رقم سارال با ۲۳/۱۸ سانتی‌متر دارا بود (جدول ۴). تأثیر ارتفاع بوته نخود بر عملکرد آن در پژوهش‌های مختلفی گزارش گردیده است (Kayan and Adak, 2012). هر چند گزارش گردیده که بعد از مرحله گلدهی رشد رویشی نخود کاهش می‌یابد (Parsa and Bagheri, 2013) اما این احتمال می‌رود که محلول‌پاشی با گلایسین-بتائین و سالیسیلیک اسید سبب تداوم رشد رویشی نخود پس از مرحله گلدهی می‌شود. محلول‌پاشی گیاه ذرت با گلایسین-بتائین تحت شرایط تنش خشکی سبب افزایش ارتفاع بوته نسبت به تیمار شاهد گردید (Miri and Zamani Moghadam, 2014). محلول‌پاشی ارقام مختلف عدس با سالیسیلیک اسید در شرایط تنش شوری، سبب افزایش ارتفاع بوته‌ها نسبت به تیمار شاهد گردید (Kayed Nezami *et al*., 2012). افزایش ارتفاع ارقام مختلف لوبیا قرمز در نتیجه محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید تحت شرایط تنش نیز گزارش گردیده است (Sepehri *et al*., 2015). گلایسین-بتائین به‌دلیل افزایش هدایت روزنه‌ای، افزایش فتوسنتز، تورژسانس سلولی و به دنبال آن افزایش طویل شدن سلول، می‌تواند سبب افزایش ارتفاع گیاه گردد (Ma *et al*., 2007). افزایش ارتفاع بوته‌ها را می‌توان به اثر مثبت سالیسیلیک اسید در افزایش تقسیم سلولی مریستم انتهایی ساقه و ریشه نسبت داد (Amira *et al*., 2007). ارتفاع بوته نخود در بین ارقام مختلف متفاوت بوده و صفتی ژنتیکی می‌باشد ولی تحت تأثیر عوامل محیطی رشد نیز می‌تواند تغییر یابد (Majnoun Hosseini and Hamzeii, 2011) که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد.

تعداد غلاف در بوته: تیمارهای محلول‌پاشی و رقم بر صفت تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول ۳). رقم سارال با ۱۶/۱۱ نسبت به رقم هاشم با ۱۲/۷۷، غلاف در بوته‌ی بیشتری داشت. بیشترین تعداد غلاف در بوته (۱۵/۳۸) در تیمار ۷۵۰ میکرومول سالیسیلیک اسید و کمترین آن (۱۲/۸۴) در تیمار شاهد مشاهده گردید. با افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

غلظت گلایسین-بتائین تعداد غلاف در بوته نیز افزایش یافت. تعداد غلاف در بوته در غلظت‌های ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی‌مولار گلایسین-بتائین به ترتیب برابر با ۱۴/۳۸، ۱۵/۴۱ و ۱۷/۴۹ بود. کمترین تعداد غلاف در بوته نیز مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴). تعداد غلاف در بوته اثر مستقیمی بر عملکرد نخود دارد (Fayyaz and Talebi, 2009; Kayan and Adak, 2012). کاهش تعداد غلاف‌ها، احتمالاً ناشی از افزایش هورمون اسید آبسیزیک در شرایط تنش رطوبتی بوده که افزایش این هورمون می‌تواند سبب مرگ دانه‌های گرده شده و لذا تعداد گل‌های تلقیح شده و تعداد غلاف‌ها را کاهش دهد (Li *et al*., 2005). به نظر می‌رسد تیمار گلایسین-بتائین و سالیسیلیک اسید از طریق کاهش اثرات تنش کم آبی، با افزایش تشکیل گل در بوته و جلوگیری از سقط شدن گل‌ها، سبب افزایش تعداد غلاف در بوته شده است. گزارش کرده‌اند که محلول‌پاشی گیاه سویا با گلایسین-بتائین سبب افزایش تعداد غلاف در بوته می‌گردد (Rezaei, 2010). افزایش تعداد غلاف در بوته‌های نخود (Khademian and Yaghoubian, 2018) و لوبیا تحت شرایط تنش با کاربرد سالیسیلیک اسید نیز اثبات گردیده است (Sepehri *et al*., 2015; Shoghian and Roozbahani, 2017). رقم سارال و هاشم از نظر تعداد غلاف روی بوته با یکدیگر تفاوت داشتند. مجن.ن حسینی و حمزه‌ای نیز گزارش کردند که ارقام مختلف نخود از نظر تعداد غلاف در بوته با یکدیگر تفاوت دارند (Majnoun Hosseini and Hamzeii, 2011).

تعداد دانه در غلاف: اثر تیمارهای محلول پاشی و ارقام بر صفت تعداد دانه از نظر آماری معنی‌دار نبود. بین رقم هاشم و سارال از نظر تعداد دانه در غلاف تفاوتی مشاهده نگردید. همچنین محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید و گلایسین-بتائین در هیچ غلظتی بر تعداد دانه در غلاف اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). تعداد دانه در بوته تأثیر زیادی بر عملکرد گیاه نخود دارد. به نظر می‌رسد تعداد دانه در هر غلاف صفتی ژنتیکی بوده و کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار گیرد. تاکنون گزارشی مبنی بر تأثیر گلایسین-بتائین بر تعداد دانه در نخود ارایه نگردیده است. محلول پاشی نخود با سالیسیلیک اسید تحت شرایط دیم بر تعداد دانه در غلاف اثر معنی‌داری نداشت (Cheraghi *et al*., 2014). در حالی‌که در آزمایشی دیگر گزارش کردند که در شرایط تنش خشکی سالیسیلیک اسید سبب افزایش تعداد دانه در غلاف می‌گردد (Khademian and Yaghoubian, 2018). سپهری و همکاران (Sepehri *et al*., 2015) گزارش کردند که تحت شرایط تنش خشکی، محلول‌پاشی ارقام لوبیا با سالیسیلیک اسید سبب افزایش تعداد دانه در لوبیا می‌گردد. افزایش تعداد دانه در غلاف ماش نیز در نتیجه کاربرد سالیسیلیک اسید گزارش گردیده است (Nezhad *et al*., 2014). در تحقیقی بر نخود دیم گزارش گردیده که تعداد دانه در غلاف در بین ارقام مختلف متفاوت است (Majnoun Hosseini and Hamzeii, 2011)، ولی در پژوهشی دیگر عنوان گردیده که تعداد دانه در غلاف نخود تحت تأثیر ارقام مورد کاشت قرار نداشت (Hamzei and Seyedi, 2013).

تعداد دانه در بوته: اثر تیمارهای محلول پاشی، رقم و محلول‌پاشی × رقم بر صفت تعداد دانه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین تعداد دانه در بوته رقم هاشم (۱۹/۵) و سارال (۲۱/۱) با کاربرد ۶۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

میلی‌مولار گلایسین-بتائین به‌دست آمد (جدول ۵). در رقم هاشم بین غلظت ۴۰۰ و ۶۰۰ میلی مولار گلایسین-بتائین نیز از نظر آماری تفاوت معنی‌داری از لحاظ تعداد دانه در بوته وجود نداشت (جدول ۵). بین تیمار شاهد و غلظت ۲۵۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید در رقم سارال نیز تفاوتی از لحاظ تعداد دانه در بوته مشاهده نگردید (جدول ۵). تحقیقات نشان داده که تعداد دانه در بوته به طور مستقیم بر عملکرد دانه نخود اثرگذار بوده (Yücel *et al*., 2006) و بیشترین اثر غیرمستقیم را (از طریق افزایش شاخص برداشت) بر عملکرد دانه دارد (Nasri *et al*., 2012).

محلول‌پاشی با گلایسین‌بتائین نسبت به سالیسیلیک اسید از تأثیر مطلوب‌تری در افزایش تعداد دانه در بوته برخوردار بود. تعداد دانه با تعداد غلاف بارور در بوته مرتبط بوده و از آنجایی که محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید و گلایسین-بتائین بر تعداد دانه در غلاف اثر معنی‌داری نداشت، افزایش تعداد دانه در بوته را می‌توان به افزایش تعداد غلاف در بوته و تعداد ساقه فرعی در بوته نسبت داد. گزارش گردیده که بین ارقام مختلف نخود از نظر تعداد دانه در بوته تفاوت وجود دارد (Farnia and Moradi, 2015). هر چند در پژوهشی از نظر تعداد دانه در بوته بین ارقام مختلف تفاوتی مشاهده نکردند (Hamzei and Seyedi, 2013). افزایش تعداد دانه در بوته نخود (Khademian and Yaghoubian, 2018) و ارقام لوبیا با محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید تحت شرایط تنش خشکی گزارش گردیده است (Sepehri *et al*., 2015; Shoghian and Roozbahani, 2017). اکبری و مالکی (Akbari and Maleki, 2018) گزارش کردند محلول‌پاشی سالسیسلیک اسید در شرایط تنش خشکی سبب افزایش تعـداد دانه در غلاف لوبیـا چشم بلبلی می‌گردد که با نتایج تحقیق حاضر مشابه است.

وزن صد دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر تأثیر محلول‌پاشی و رقم بر وزن صد دانه نخود در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۳). گزارش گردیده که پس از تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه نخود دارد (Yücel *et al*., 2006; Pouresmael *et al*., 2009). وزن صد دانه رقم هاشم (۲۷/۹۲ گرم) نسبت به رقم سارال (۲۶/۴۴ گرم) بالاتر بود. محلول‌پاشی با گلایسین-بتائین وزن صد دانه را افزایش داد. بیشترین و کمترین وزن صد دانه با ۲۹/۲۲ و ۱۷/۸۰ گرم، به‌ترتیب در تیمار ۶۰۰ میلی‌مولار گلایسین-بتائین و شاهد مشاهده گردید (جدول ۴). سالیسیلیک اسید نسبت به گلایسین-بتائین تأثیر کمتری بر وزن صد دانه از خود نشان داد. محلول‌پاشی با غلظت ۲۵۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید سبب افزایش ۶۶/۵ درصدی وزن صد دانه نسبت به تیمار شاهد گردید. وزن صد دانه در غلظت ۵۰۰ و ۷۵۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید نیز به ترتیب با ۲۷/۷۰ و ۲۷/۱۳ گرم از نظر آماری با یکدیگر تفاوتی نداشتند. وزن دانه نمایانگر ریز یا درشت بودن بذر بوده و نشان‌دهنده میزان انتقال مواد فتوسنتزی به سمت دانه می‌باشد. هر چه تعداد دانه در بوته کم باشد یا طول دوره پر شد دانه افزایش یابد می‌تواند وزن دانه را بالا ببرد (Nasri *et al*., 2012). به نظر می‌رسد کمبود رطوبت سبب کاهش سرعت انتقال مواد فتوسنتزی تولیدی شده و از طرفی کاهش طول دوره رشد، سبب عدم پرشدن کامل دانه شده که منجر به کاهش وزن صـد دانه در شرایط تنش رطوبتی می‌شود. گزارش گردیده که محلول‌پاشی با

www.SID.ir

Archive of SID

سالیسیلیک اسید در نخود دیم تأثیری بر وزن صد دانه نداشت (Cheraghi *et al*., 2014). ولی در پژوهش‌های دیگر گزارش گردیده که کاربرد سالیسیلیک اسید در شرایط تنش سبب افزایش وزن صد دانه نخود (Khademian and Yaghoubian, 2018) و لوبیا (Sepehri *et al*., 2015; Shoghian and Roozbahani, 2017) گردید. کاربرد سالیسیلیک اسید در غلظت‌های مختلف می‌تواند با افزایش مقدار پرولین سبب بهبود مقاومت گیاه در شرایط تنش خشکی شده (Yazdanpanah *et al*., 2010) و بر وزن دانه‌ها اثر بگذارد.

عملکرد زیست توده: تیمارهای محلول پاشی، رقم و اثر متقابل رقم × محلول‌پاشی بر عملکرد زیست توده نخود دیم در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۳). بیشترین و کمترین عملکرد زیست‌توده رقم هاشم با ۵۱۲/۳۳ و ۴۵۲/۳ گرم بر متر مربع، به‌ترتیب در غلظت ۶۰۰ میلی‌مولار گلایسین-بتائین و تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۵). در رقم هاشم بین غلظت ۶۰۰ میلی‌مولار گلایسین-بتائین و ۷۵۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید اختلاف معنی داری از نظر عملکرد زیست‌توده وجود نداشت (جدول ۵). در رقم سارال نیز کاربرد ۶۰۰ میلی مولار گلایسین-بتائین بیشترین (۵۳۳/۴۱ گرم بر متر مربع) عملکرد زیست‌توده را دارا بود (جدول ۵).

عملکرد زیست‌توده به کل ماده خشک تولید شده (دانه، ساقه و برگ) اطلاق می‌شود. نتایج نشان داده است که عملکرد دانه در نخود با عملکرد زیست توده همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد (Meena *et al*., 2010; Ali *et al*., 2009; Kayan and Adak, 2012). افزایش عملکرد زیست توده نخود (Khademian and Yaghoubian, 2018) و ارقام مختلف لوبیا (Sepehri *et al*., 2015) تحت شرایط تنش خشکی با محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید اثبات گردیده است. گزارش گردیده که سالیسیلیک اسید در شرایط تنش خشکی سبب افزایش عملکرد زیست توده لوبیا قرمز (Shoghian and Roozbahani, 2017)، ماش (Nezhad *et al*., 2014) و لوبیا چشم بلبلی (Akbari and Maleki, 2018) گردید که با نتـایج این پژوهش همسو می‌باشد. تنش خشکی سبب کاهش گسترش و نمو سلول‌های برگ و ساقه شده در نتیجه به علت کاهش سطح برگ، میزان تولیدات فتوسنتزی کاهش می یابد به همین دلیل ارتفاع، تعداد شاخه جانبی، تعداد و سطح برگ تولیدی کم شده و عملکرد زیست توده کاهش می‌یابد.

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس بیانگر تأثیر معنی‌دار تیمارهای محلول‌پاشی و رقم در سطح یک درصد بر صفت شاخص برداشت بود (جدول ۳). در تیمار شاهد و غلظت ۶۰۰ میلی مولار گلایسین-بتائین به‌ترتیب کمترین (۳۱/۴۲ درصد) و بیشترین (۳۵/۴۲ درصد) شاخص برداشت حاصل شد و بین غلظت ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی مولار گلایسین-بتائین تفاوتی در شاخص برداشت مشاهده نگردید. کمترین درصد شاخص برداشت در تیمار شاهد و بیشترین مقدار آن در تیمار ۲۵۰ و ۷۵۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید مشاهده گردید. شاخص برداشت (۳۲/۸۸ و ۳۴/۷۵ درصد) به ترتیب در رقم هاشم و سارال مشاهده گردید که رقم سارال نسبت به رقم هاشم شاخص برداشت بیشتری داشت (جدول ۴). شاخص برداشت یکی از شاخص‌های مهم فیزیولوژیک است که بیانگر درصد انتقال مواد

www.SID.ir

Archive of SID

فتوسنتزی از اندام‌های رویشی گیاه به دانه‌هاست. صفت شاخص برداشت توسط عوامل ژنتیک و محیطی کنترل می‌شود ولی نقش عوامل ژنتیک در کنترل این صفت به مراتب بیشتر است. گزارش گردیده که در شرایط دیم صفت شاخص برداشت بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه دارد (Nasri *et al*., 2012). گزارش کردند که افزایش شاخص برداشت رابطه مستقیمی با عملکرد دانه در گیاه نخود دارد (Fayyaz and Talebi, 2009; Pouresmael *et al*., 2009). شاخص برداشت از طریق افزایش تعداد دانه بر عملکرد نخود اثرگذار است (Nasri *et al*., 2012). پیش تیمار بذور لوبیا چشم بلبلی با سالیسیلیک اسید سبب افزایش شاخص برداشت گردید (Pakmehr *et al*., 2012). افزایش شاخص برداشت نخود (Khademian and Yaghoubian, 2018)، لوبیا (Sepehri *et al*., 2015; Shoghian and Roozbahani, 2017)، لوبیا چشم بلبلی (Akbari and Maleki, 2018) و ماش (Nezhad *et al*., 2014) با کاربرد سالیسیلیک اسید در شرایط تنش خشکی به اثبات رسیده است که با تحقیق حاضر همخوانی دارد.

عملکرد دانه: تیمارهای محلول‌پاشی با گلایسین بتائین، سالیسیلیک اسید و رقم در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه نخود تحت شرایط دیم داشت. همچنین، اثر متقابل رقم × محلول‌پاشی بر صفت عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین عملکرد دانه در رقم هاشم (۱۶۸/۰۵ گرم بر متر مربع) با کاربرد ۶۰۰ میلی‌مولار گلایسین-بتائین به‌دست آمد (جدول ۵). همچنین بین غلظت ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌مولار گلایسین-بتائین و ۵۰۰ و ۷۵۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه رقم هاشم وجود نداشت (جدول ۵). در رقم سارال نیز بیشترین عملکرد دانه با ۱۷۸/۵۵ گرم بر متر مربع در غلظت ۶۰۰ میلی‌مولار گلایسین-بتائین مشاهده گردید، در حالی که بین تیمار ۶۰۰ و ۴۰۰ میلی مولار گلایسین-بتائین تفاوت معنی داری از نظر عملکرد دانه وجود نداشت (جدول ۵). گزارش گردیده که محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید سبب افزایش عملکرد دانه نخود دیم گردید (Khademian and Yaghoubian, 2018; Cheraghi *et al*., 2014). تیمار سالیسیلیک اسید در شرایط تنش آبی از طریق کنترل فعالیت نیترات ریداکتاز محتوای پروتئین و نیتروژن برگ‌ها را در سطح مطلـوبی نگه داشته و از این طریق می‌تواند بر فتوسنتز گیاه و عملکرد دانه اثر بگذارد (Cheraghi *et al*., 2014). تنش خشکی از طریق کاهش رشد، فتوسنتز و همچنین سقط گل‌ها سبب کاهش عملکرد می‌گردد (Abhari *et al*., 2017). افزایش عملکرد دانه در نتیجه پیش تیمار کردن بذر لوبیا چشم بلبلی با سالیسیلیک اسید تحت شرایط آبیاری مطلوب و تنش رطوبتی نیز گزارش گردیده است (Pakmehr *et al*., 2012). سالیسیلیک اسید می‌تواند در شرایط تنش عملکرد دانه لوبیا ارقام مختلف لوبیا را نسبت به تیمار شاهد افزایش دهد (Shoghian and Roozbahani, 2017). افزایش عملکرد دانه در حبوباتی مانند ماش، لوبیا چشم بلبلی و لوبیا قرمز با کاربرد سالیسیلیک اسید نیز گزارش شده است (Sepehri *et al*., 2015; Nezhad *et al*., 2014; Akbari and Maleki, 2018) که همسو با نتایج این پژوهش می‌باشد.

درصد پروتئین: نتایج تجزیه داده‌های آزمایش بیانگر اثر معنی‌دار تیمارهای محلول‌پاشی

www.SID.ir

Archive of SID

و رقم بر درصد پروتئین دانه بود (جدول ۳). محلول‌پاشی با گلایسین-بتائین سبب افزایش درصد پروتئین دانه گردید. تیمار شاهد و غلظت ۶۰۰ میلی‌مولار گلایسین-بتائین با ۱۸/۵۴ و ۲۳/۶۰ درصد به‌ترتیب کمترین و بیشترین درصد پروتئین را داشتند (جدول ۴). محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید نیز سبب تغییر در مقدار پروتئین دانه گردید. درصد پروتئین در تیمار شاهد (۱۸/۵۴ درصد) کمترین مقدار را داشت. رقم هاشم با ۲۱/۹۵ درصد نسبت به رقم سارال با ۲۰/۱۰ درصد مقدار پروتئین بیشتری داشت. گزارش گردیده که تیمار سالیسیلیک اسید بر درصد پروتئین دانه نخود تأثیری ندارد (Cheraghi *et al*., 2014) ولی در تحقیقی دیگر گزارش شده که محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید سبب افزایش پروتئین دانه نخود می‌گردد (Majd *et al*., 2006). محلول‌پاشی گندم با گلایسین-بتائین و سالیسیلیک اسید تحت شرایط تنش خشکی سبب افزایش اسیدهای چرب اشباع در دانه شده ولی اسیدهای چرب غیر اشباع را کاهش داد (Aldesuquy *et al*., 2012). نتایج به‌دست آمده در این آزمایش با نتایج تعدادی از تحقیقات (Majd *et al*., 2006; Aldesuquy *et al*., 2012) همسو بوده ولی با نتایج چراغی و همکاران (Cheraghi *et al*., 2014) مطابقت نداشت. به نظر می‌رسد که ترکیبات به کاربرده شده از طریق کاهش اثرات تنش، سبب طولانی شدن دوره رسیدگی شده و به دنبال آن مدت ذخیره پروتئین در دانه‌ها را افزایش داده باشد در نتیجه درصد پروتئین دانه افزایش یافته است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که محلول‌پاشی گلایسین-بتائین و سالیسیلیک اسید اثر مطلوبی بر عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم داشت. رقم‌های مورد استفاده به ترکیبات به کار برده شده و غلظت‌های مورد استفاده واکنش‌های متفاوتی داشتند. محلول‌پاشی گلایسین-بتائین نسبت به سالیسیلیک اسید نتیجه مطلوب‌تری را از خود نشان داد که احتمال داده می‌شود به دلیل تأثیرگذاری سریع بر مکانیسم‌های مختلف مؤثر در رشد و نمو گیاه باشد چرا که یکی از راهکارهای گیاه جهت کاهش اثرات تنش تولید اسید آمینه‌ها می‌باشد در حالی‌که سالیسیلیک اسید یک شبه هورمون بوده و با تأثیر بر مکانیسم‌های مختلف سبب افزایش تحمل گیاهان به شرایط تنش می‌گردد. نتایج نشان داد که غلظت ۶۰۰ میلی مولار گلایسین-بتائین نسبت به سایر سطوح از کارآیی بهتری برخوردار بود و عملکرد دانه رقم هاشم را به میزان ۱۷/۶ درصد و رقم سارال را ۱۸/۵ درصد افزایش داد. با توجه به این که عملکرد دانه رقم سارال بیشتر از رقم هاشم بود بهتر است که تحت شرایط دیم کشت این رقم مورد توجه قرار گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

Table 1- Physical and chemical characteristics of field soil

شن (٪) (Sand)	سیلت (٪) (Silt)	رس (٪) (Clay)	بافت خاک Soil texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC	ماده آلی O.M(٪)	نیتروژن کل N (%)	فسفر P(mg/kg)	پتاسیم K (mg/kg)
16	44	40	Silty-Clay	4.9	1.23	1.08	0.11	10.1	273

جدول ۲- داده‌های هواشناسی سال ۹۷-۱۳۹۶ محل اجرای آزمایش

Table 2 – Meteorological data of 2017-18 year in site of perform experiment.

اطلاعات Information	دی (January)	بهمن (February)	اسفند (March)	فروردین (April)	اردیبهشت (May)	خرداد (June)	تیر (July)	مرداد (August)	شهریور (September)
مجموع بارش ماهانه Sum of monthly precipitation (cm)	30	36	93.7	71.2	13.9	0	1	0	0
میانگین دمای ماهانه Mean of monthly temperature (^{o} C)	-7	-3.3	4.5	11.7	17.4	24.1	26.2	24.9	21.5

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس محلول‌پاشی گلایسین بتائین و اسید سالیسیلیک بر صفات مورد ارزیابی ارقام نخود تحت شرایط دیم

Table 3– Analysis of variance of the foliar of GB and SA on studied traits of chickpea rainfed condition.

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Length of plant	تعداد غلاف در بوته Number pod in plant	تعداد دانه در غلاف Number seed in pod	تعداد دانه در بوته Number seed in plant
تکرار (Block)	2	0.29 ^{ns}	17.35 ^{ns}	0.015 ^{ns}	16.11 ^{ns}
رقم (Cultivar)	1	90.36**	133.83**	0.297^{ns}	37.25**
محلول‌پاشی (Foliar)	6	7.69**	15.35**	0.003^{ns}	28.8**
محلول‌پاشی × رقم (Foliar × Cultivar)	6	0.24 ^{ns}	0.76 ^{ns}	0.012^{ns}	5.83**
خطای آزمایش (Error)	26	0.58	0.78	0.003	1.71
ضریب تغییرات C.V. (٪)		9.25	6.04	10.89	11.49

* ، ** و ns به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم معنی‌داری.

*, **, and ^{ns} represent significant at of 5% and 1% probability level and not significant, respectively.

ادامه جدول ۳

Table 3– Continued

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	وزن صد دانه Weight of Hundred Seeds	عملکرد زیست توده Biological yield	شاخص برداشت Harvest Index (HI)	عملکرد دانه Grain yield	پروتئین دانه Protein seed
تکرار (Block)	2	3.47 ^{ns}	150.5 ^{ns}	89.31 ^{ns}	131.2 ^{ns}	3.3 ^{ns}
رقم (Cultivar)	1	26.07**	524.2**	41.93**	126.7**	39.98**
محلول‌پاشی (Foliar)	6	7.69**	380.3**	7.9**	632.9**	29.01**
محلول‌پاشی × رقم (Foliar × Cultivar)	6	0.24 ^{ns}	327.6**	1.41 ^{ns}	306**	1.58 ^{ns}
خطای آزمایش (Error)	26	0.36	718	1.67	105	0.41
ضریب تغییرات C.V. (٪)		13.08	15.89	14.11	12.56	8.86

* ، ** و ns به‌ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح پنج درصد، یک درصد و عدم معنی‌داری.

*, **, and ^{ns} represent significant at of 5% and 1% probability level and not significant, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- مقایسات میانگین تأثیر محلول‌پاشی گلایسین بتائین و اسید سالیسیلیک بر صفات مورد ارزیابی ارقام نخود تحت شرایط دیم

Table 4– Mean comparisons of the effect foliar of GB and SA on studied traits of chickpea rainfed condition

تیمار Treatment	ارتفاع بوته Length of plant (cm)	تعداد غلاف در بوته Number pod in plant	تعداد دانه در غلاف Number seed in pod	وزن صد دانه Weight of 1000 seeds (g)	شاخص برداشت (درصد) Harvest Index (HI) (%)	پروتئین دانه (درصد) Protein seed (%)
گلایسین بتائین (GB)						
۰ میلی‌مولار (0 mM)	20.82 c	12.84 d	1.14 a	17.80 c	31.42 c	18.54 c
۲۰۰ میلی‌مولار (200 mM)	24.85 b	14.38 c	1.18 a	27.48 b	34.04 ab	21.92 b
۴۰۰ میلی‌مولار (400 mM)	24.97 b	15.41 b	1.17 a	27.60 b	34.17 ab	23.34 a
۶۰۰ میلی‌مولار (600 mM)	26.59 a	17.49 a	1.21 a	29.22 a	35.42 a	23.60 a
سالیسیلیک اسید (SA)						
۰ میکرومولار (0 µM)	20.82 c	12.84 c	1.14 a	17.80 c	31.42 b	18.54 c
۲۵۰ میکرومولار (250 µM)	24.15 b	13.36 b	1.15 a	26.87 ab	34.17 a	19.69 b
۵۰۰ میکرومولار(500 µM)	25.07 a	13.87 b	1.19 a	27.70 a	33.76 ab	21.11 a
۷۵۰ میکرومولار(750 µM)	24.50 b	15.38 a	1.21 a	27.13 a	34.35 a	21.33 a
رقم (Cultivar)						
هاشم (Hashem)	25.93 a	12.77 b	1.26 a	27.92 a	32.88 b	21.95 a
سارال (Saral)	23 b	16.11 a	1.10 a	26.44 b	34.75 a	20.10 b

در هر ستون سطوح تیماری که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, there is no significant difference between treatments with common letters according to Duncan test.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل محلول‌پاشی × رقم بر صفات مورد ارزیابی نخود تحت شرایط دیم

Table 5– Mean comparisons of the intraction effect foliar × cultivar on studied traits of chickpea rainfed condition

رقم Cultivar	ماده مصرفی Substance	غلظت Concentration	تعداد دانه در بوته No. seed in plant	عملکرد زیست‌توده Biological yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد دانه Grain yield ($g.m^{-2}$)
هاشم (Hashem)	شاهد Control	0	14.20 d	452.3 e	142.9 c
	گلایسین بتائین (GB)	200	16.34 c	488.24 c	151.22 b
		400	18.21 ab	493.25 ab	157.49 b
		600	19.5 a	512.33 a	168.05 a
	سالیسیلیک اسید (SA)	250	15.84 cd	477.25 d	148.31 c
		500	16.32 c	480.22 b	152.12 b
		750	16.9 b	501.11 a	155.47 b
سارال (Saral)	شاهد Control	0	15.04 d	460.80 d	150.70 c
	گلایسین بتائین (GB)	200	17.55 c	482.33 bc	167.22 b
		400	19.68 b	499.24 b	171.91 a
		600	21.1 a	533.41 a	178.55 a
	سالیسیلیک اسید (SA)	250	16 d	478.54 c	156.57 bc
		500	17.96 c	489.96 bc	160.55 bc
		750	18.55 b	497.58 b	165.5 b

در هر ستون سطوح تیماری که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

In each column, there is no significant difference between treatments with common letters according to Duncan test.

www.SID.ir

Archive of SID

References منابع مورد استفاده

- Abhari, A., E. Azizi, and B. Hareth-Abadi. 2017. Effect of super absorbent on yield and yield components of chickpea under drought stress conditions of the end of season. *Crop Production Publication*. 10(1): 191-202. (In Persian).
- Akbari, J., and A. Maleki. 2018. The effect of ascorbic acid and salicylic acid foliar on vegetative properties and yield and yield components of *Vigna unguiculata* L. under drought stress. *Applied Research of Plant Ecophysiology*. 4(2): 159-180. (In Persian).
- Aldesuquy, H.S., M.A. Abbas, S.A. Abo-Hamed, A.H. Elhakem, and S.S. Alsokari. 2012. Glycine betaine and salicylic acid induced modification in productivity of two different cultivars of wheat grown under water stress. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*. 8(2): 72-89.
- Ali, S., S.V. Eslami, M.A. Behdani, and M. Jami Al-Ahmadi. 2009. Influence of exogenous application of glycine betaine on alleviating the effect of salinity stress at germination and early seedling growth of corn (*Zea mays* L.). *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 2(1): 53-63. (In Persian).
- Amira, M., D. Hegazi, M. Amal, and E. El-Shraiy. 2007. Impact of salicylic acid and paclobutrazol exogenous application on the growth, yield and nodule formation of common bean. *Basic and Applied Sciences*. 1(4): 834-840.
- Anonymous. 2006. Agricultural statistics 2005-2006. Ministry of Jihad-e-Agriculture. (In Persian).
- Anonymous. 2017. Food and Agriculture Organization (FAO), Corporate Statistical Database (FAOSTAT).
- Arafa, A.A., M.A. Khafagy, and M.F. El-Banna. 2009. The effect of glycine betaine or ascorbic acid on grain germination and leaf structure of sorghum plants grown under salinity stress. *Australian Journal of Crop Science*. 3(5): 294-304.
- Ashraf, M., and M.R. Foolad. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*. 59: 206–216.
- Cheraghi, A.M., N.A. Sajedi, and M. Gomarian. 2014. The effect of foliar application of salicylic acid and selenium on agronomic, physiological and quality characteristics of chickpea in rainfed condition. *Iranian Journal of Pulses Research*. 5(2): 31-42. (In Persian).
- El-Hak, S.G., A.M. Ahmed, and Y.M.M. Moustafa. 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.
- Farnia, A., and Sh. Moradi. 2015. Study of the rainfed chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars response to planting dates in Kermanshah conditions. *Applied Research of Plant Ecophysiology*. 2(1): 47-64. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

- Farshadfar, E., and J. Javadinia. 2011. Evaluation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes for drought tolerance. *Seed and Plant Production.* 1(27): 517-537. (In Persian).
- Fayyaz, F., and R. Talebi. 2009. Determining relationships among yield and some yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Iranian Journal of Agriculture Research.* 7(1): 135-141. (In Persian).
- Ganjeali, A., and A. Nezami. 2008. Ecophysiology and determinatives yield of pulses in pulses. Jahhad Daneshgahi Mashhad Press. Iran. p. 500. (In Persian).
- Ghassemi-Golezani, K., B. Dalil, A.D. Muhammadi-Nasab, and S. Zehtab Salmasi. 2008. The response of chickpea cultivars to field water deficit. *Journal of Water and Soil Science.* 10(2): 109-120. (In Persian).
- Hamzei, J., and M. Seyedi. 2013. Response of three chickpea cultivars to different sowing dates under rainfed conditions in hamedan region. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production.* 22(4): 83-94. (In Persian).
- Iqbal, M., and M. Ashraf. 2006. Wheat seed priming in relation to salt tolerance, growth, yield and level of free salicylic acid and polyamines. *Annals of Botany.* 43(4): 250-259.
- Jalota, S.K., S. Anil, and W. Harman. 2007. Assessing the response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) yield to irrigation water on two soils in Punjab (India): A simulation analysis using the CROPMAN model. *Agricultural Water Management.* 79(3): 312-320.
- Kadkhodaei, H., H. Sodaeizadeh, A. Mosleh Arani, and M.A. Hakim Zadeh. 2016. The role of glycine betain in increasing drought resistance of *Sorghum halopens* under field condition. *Environmental Stresses in Crop Sciences.* 9(2): 139-147. (In Persian).
- Kadkhodaie, H., H. Sodaeizadeh, and A. Mosleh Arani. 2014. The effects of exogenous application of glycine betain on growth and some physiological characteristics of *Brassica napus* under drought stress in field condition. *Desert Ecosystem Engineering Journal.* 3(4): 79-90. (In Persian).
- Karam, F., R. Lahoud, R. Masaad, R. Kabalan, J. Breidi, C. Chalita, and Y. Rouphael. 2007. Evapotranspiration, seed yield and water use efciency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. *Agricalture Water Management*. 90(3): 213-223.
- Kayan, N., and M.S. Adak. 2012. Associations of some characters with grain yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Pakistan Journal of Botany.* 44(1): 267-272.
- Kayed Nezami, R., H.R. Balouchi, and A.R. Yadavi. 2012. Effect of foliar application of salicylic acid on yield and yield components and some physiological traits of lentil (*Lens culinaris* Medik) varieties under salt stress. *Iranian Journal of Pulses Research.* 3(2): 97-110. (In Persian).
- Khademian, R., and I. Yaghoubian. 2018. Growth of chickpea (*Cicer arietinum*) in response to salicylic acid under drought stress. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences.* 12(3): 255-263. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

- Kshavrz, H., S.A.M. Modares Sanavi, F. Zarin Kamr, A. Dolatabadian, M. Panahi, and K. Sadaj Asilan. 2012. Evolution effect salicylic acid foliar on same traits biochemical two *Brasica napus* L. under cool stress. *Iranian Journal of Agricultural Science.* 42: 723-734. (In Persian).
- Li, J., S. Inanaga, Z. Li, and A.E. Eneji. 2005. Optimizing irrigation scheduling for winter wheat in the North China Plain. *Agricultural Water Management.* 76(1): 8-23.
- Ma, X.L., Y.J. Wang, S.L. Xie, C. Wang, and W. Wang. 2007. Glycine betaine application ameliorates negative effects of drought stress in tobacco. *Russian Journal of Plant Physiology*. 54: 472–479.
- Maddah, S.M., F.A. Falahian, S.H. Sabaghpour, and F. Chalabian. 2007. Effect of salicylic acid on yield, yield components and anatomical structure of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Agricultural Sciences (Islamic Azad University).* 16(62): 61-70. (In Persian).
- Magomya, A.M., D. Kubmarawa, J.A. Ndahi, and G.G. Yebpella. 2014. Determination of plant proteins via the Kjeldahl method and amino acid analysis: A comparative study. *International Journal of Science Technology Research.* 3(4): 68-72.
- Majd, A., S.M. Maddah, F. Fallahian, S.H. Sabaghpour, and F. Chalabian. 2006. Comparative study of the effect of salicylic acid on yield, yield components and resistance of two susceptible and resistant chickpea cultivars to *Ascochyta rabiei*. *Iranian Journal of Biology* (*Biological Science Promotion*). 19(3): 314-324. (In Persian).
- Majnoun Hosseini, N. and R. Hamzeii. 2011. Effect of winter and spring planting time on yield and yield components of chickpea at dry land conditions. *Iranian Journal of Pulses Research.* 1(2): 59-68. (In Persian).
- Majnun Hoseini, N. 2013. Status and role of legumes in Iranian agriculture. 5th Iranaian Pulses Symposium. pp: 1- 11. Karaj, Iran. (In Persian).
- Marjani, A., M. Farsi, and M. Rahimizadeh. 2017. Response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes to drought stress at different growth stages. *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering.* 10(9): 604-608.
- Meena, H.P., J. Kumar, H.D. Upadhyaya, C. Bharadwaj, S.K. Chauhan, A.K. Verma, and A.H. Rizvi. 2010. Chickpea mini core germplasm collection as rich sources of diversity for crop improvement. *SAT Electronic Journal.* 8: 1-5.
- Miri, H.R., and A. Zamani Moghadam. 2014. The Effect of external usage of glycine betaine on corn (*Zea mays* L.) in drought condition. *Iranian Journal of Field Crops Research.* 12(4): 704-717. (In Persian).
- Mohammadi, G.H., K. Ghasemi Golezani, A. Javanshir, and M. Moghaddam. 2006. The influence of water limitation on the yield of three chickpea cultivars. *Journal of Agricultural Science and Technology.* 10(2): 109-120.
- Naseh Hosseini, S., M. Saeidi, and C. Mansourifar. 2018. Evaluation of grain yield and some biochemical characteristics of five chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.)

www.SID.ir

Archive of SID

under drought stress in Kermanshah region. *Journal of Crop Ecophysiology*. 12(4): 549-568. (In Persian).

- Nasri, R., A. Heydari-Moghadam, A. Siadat, F. Paknezhad, and M. Sadeghi-Shoja. 2012. Path analysis of traits correlation and supplemental irrigation on yield and yield components of chickpea in Ilam. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*. 8(2):161-172. (In Persian).
- Nezhad, T.S., H.R. Mobasser, M. Dahmardeh, and M. Karimian .2014. Effect of foliar application of salicylic acid and drought stress on quantitative yield of mungbean (*Vigna radiata* L.). *Journal of Novel Applied Sciences.* 3(5): 512-515. (In Persian).
- Pakmehr, A., M. Rastgoo, F. Shekari, J. Saba, and I. Zangani. 2012. Effect of salicylic acid priming on some morpho-physiologic characteristics. *Iranian Journal of Field Crops Research.* 9(4): 606-614. (In Persian).
- Parsa, M., and A. Bagheri. 2013. Legumes. Mashhad Jahad Daneshgahi Press. pp: 524. (In Persian).
- Pérez-Clemente, R.M., V. Vives, S.I. Zandalinas, M.F. López-Climent, V. Muñoz, and A. Gómez-Cadenas. 2013. Biotechnological approaches to study plant responses to stress. *BioMed Research International,* 2013: 1-10.
- Popova, L.P., L.T. Maslenkova, R.Y. Yordanova, A.P. Ivanova, A.P. Krantev, G. Zalai and T. Janda. 2009. Exogenous treatment with salicylic acid attenuates cadmium toxicity in pea seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry.* 47: 224–231.
- Pouresmael, M. M. Akbari, Sh. Vaezi, and Sh. Shahmoradi. 2009. Effects of drought stress gradient on agronomic traits in Kabuli chickpea core collection. *Iranian Journal of Agriculture Science.* 11(4): 307-324. (In Persian).
- Raafat, N.Z., and T.E.E. Radwan. 2011. Improving wheat grain yield and its quality under salinity conditions at a newly reclaimed soil by using different organic sources as soil or foliar applications. *Journal of Apply Sciences Reserch.* 7(1): 42-55.
- Rahbarian, R., R. Khavari-Nejad, A. Ganjeali, A. Bagheri, and F. Najafi. 2011. Drought stress effects on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and water relations in tolerant and susceptible chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica. 53*(1): 47-56.
- Rezaei, M.A. 2010. Effects of exogenous glycine betaine on morphophysiological characteristics and yield of soybean (*Glycine max* L.). *Journal on Plant Science Researches.* 5(1): 44-54. (In Persian).
- Sabaghpour, S.H., A.A. Mahmodi, A. Saeed, M. Kamel, and R.S. Malhotra. 2006. Study on chickpea drought tolerance lines under dryland condition of Iran. *Indian Journal of Crop Science.* 1(1-2): 70-73.
- Sadeghzade, D., A. Jahangiri, A. Saeed, H. Kanoni, R. Karimi Zadeh, P. Pezashk Pour, Y. Farayedi, A. Mahmoodi, S.S. Shobeiri, H. Mostafaei, S.H. Sabagh Pour, A. Karami, B. Rostami, S. Alipour, J. Ashrafi, M. Armion, N. Bahrami, H.R. Pourali Baba, M. Mahdie, M.R. Shahab, and M. Kheirgoo. 2014. A report from twenty

www.SID.ir

Archive of SID

years of achievements of rainfed pulses in the country of Iran. 5th Iranaian Pulses Symposium. Karaj, Iran. 721- 724. (In Persian).

- Sepehri, A., R. Abasi, and A. Karami. 2015. Effect of drought stress and salicylic acid on yield and yield component of bean genotypes. *Journal of Crops Improvement.* 17(2): 503-516. (In Persian).
- Shaban, M., S. Mansourifar, M. Ghobadi, and R. Ashrafi Parchin. 2012. Effect of drought stress and starter nitrogen fertilizer on root characteristics and seed yield of four chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *Seed and Plant Production.* 27(4): 451-470. (In Persian).
- Shoghian, M., and A. Roozbahani. 2017. The effect of salicylic acid foliar application on morphological traits, yield and yield components of red bean under drought tension conditions. *Crop Physiology Journal.* 9(34): 131-147. (In Persian).
- Sio-Se Mardeh, A., S. Gholami, B. Bahramnejad, H. Kanouni, and F. Sadeghi. 2014. Effect of drought stress on compatible osmolytes content, enzyme activity and grain yield in chickpea (*Cicer arietinum* L) genotypes. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 16(2): 109 -124. (In Persian).
- Taghdisi Sayyar, M., S. Enteshari, and F. Daneshmand. 2016. The interaction of exogenous glycine betaine and water deficit on some physiologic characteristic of tomato (*Lycopersicun esculentum* Mill.) plants. *Journal of Plant Process and Function.* 5(17): 109-120.
- Tisarum, R., C. Theerawitaya, T. Samphumphung, T. Takabe, and S. Cha-um. 2019. Exogenous foliar application of glycine betaine to alleviate water deficit tolerance in two Indica rice genotypes under greenhouse conditions. *Agronomy Journal.* 9(3): 1-15.
- Vinocur, B., and A. Altman. 2005. Recent advances in engineering plant tolerance to abiotic stress: achievements and limitations. *Current Opinion in Biotechnology*. 16(2): 123-132.
- Yazdanpanah S., F. Abasi, and A. Baghzadeh. 2010. Effect of salicylic acid and ascorbic acid on proline, sugar and protein content in *Satureja hortensis* L. under aridity stress. Proceeding of the First National Conference of Environmental Stress in Agricultural Science 28-29 Juan 2010. The University of Birjand. (In Persian).
- Yücel, D.Ö., A.E. Anlarsal, and C. Yücel. 2006. Genetic variability, correlation and path analysis of yield, and yield components in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 30(3): 183-188.
- Zhang, Y.Y., Y. Li, T. Gao, and H. Zhu. 2008. Arabidopsis SDIR1 enhances drought tolerance in crop plants. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*. 72(8): 2251-2254.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of Glycine Betaine and Salicylic Acid Foliar Application on Yield and Yield Components of two Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Cultivars under Rainfed Conditions

Hadi Salek Mearaji[1*], and Akram Hatami[2]

Received: October 2019 , Revised: 3 February 2020, Accepted: 9 February 2020

Abstract

Chickpea as one of the most promissing crop under dry farming in Razan, Hamadan where it is often confronted with terminal drought of growing season. Finding strategies to reduce the effects of terminal droughts of chickpea under dryland conditions in this area would be very beneficial. To evaluate the effects of foliar application of glycine betaine (GB) and salicylic acid (SA) on yield and yield components of two chickpea cultivars under rainfed condition, a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications was conducted at Razan town of Hamedan province in 2017- 2018 year. In this experiment, treatments were the use of distilled water as control, three levels of glycine betaine (200, 400 and 600 mM) and three levels of salicylic acid (250, 500 and 750 µM) on two cultivars of chickpea (Hashem and Saral). The results showed that foliar applications of plants with GB and SA resulted in significant effect on all traits under study, except number of seed in pod. The highest of seed yield was observed in Hashem (168.05 $g.m^2$) and Saral (178.55 $g.m^2$) cultivars with foliar application of 600 mM glycine betaine. The treatment of 600 mM of glycine betaine increased seed yield of Hashem and Saral cultivars by 17.6 and 18.5 percents, respectively. There were significant differences between the two cultivars under study. Maximum of number of seed per plant, seed yield, biological yield and harvest index were belonged to Saral cultivar, while plant height, weight of 100 seed and percent of protein seed observed in Hashem cultivur. According to the results of this study, it can be concluded that the application of glycine betaine on yield and yield components of chickpea under rainfed conditions was more effective than using salicylic acid. It can be said that foliar application of chickpea with GB and SA would improve the performance of chickpea cultivars and rainfed conditions. Futher studies are sudgested to substantiate the results.

Key words: Glycine- Betaine, Protein, Rainfed, Salicylic acid, Yield.

1- Ph.D. Student of Plant Physiology, College of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
2- Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), Zanjan, Iran.
**Corresponding Author: h.salek228@gmail.com*

www.SID.ir