Archive of SID

نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دوازدهم، شماره ۴(۴۸)، زمستان ۱۳۹۷، صفحه ۵۸۰-۵۶۹

اثر سالیسیلیک اسید بر برخی صفات مورفولوژیک و زراعی گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) تحت تنش خشکی

فرامرز چمنی[۱]، عنایت‌اله توحیدی‌نژاد[۲*] و مهدی مهیجی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۵/۲۲ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۷/۹/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱

چکیده

گوار گیاهی گرمسیری و متحمل به شوری و خشکی است. به‌منظور بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر صفات مورفولوژیک و زراعی آن در دورهای مختلف آبیاری، آزمایشی در قالب کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در شهرستان قلعه گنج استان کرمان در سال زراعی ۱۳۹۶ اجرا شد. فواصل آبیاری شامل ۶، ۹ و ۱۲ روز در کرت‌های اصلی و سطوح سالیسیلیک اسید شامل صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید در سه مرحله پنج برگی، گلدهی و غلاف‌دهی گیاهان انجام گرفت. نتایج نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌دار صفات شاخص سطح برگ، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف شد. محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید موجب افزایش معنی‌دار کلیه صفات مورد بررسی گردید. به‌طوری که، بیشترین تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف در غلظت ۲ میلی‌مولار و بیشترین شاخص سطح برگ در غلظت ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید به‌دست آمدند. اثرات متقابل دورهای آبیاری و سالیسیلیک اسید بر وزن هزار دانه، پروتئین دانه و عملکرد دانه در هکتار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. نتایج نشان داد بیشترین عملکرد دانه (۱۲۴۵/۲۵ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار غلظت سالیسیلیک اسید ۱ میلی‌مولار و دور آبیاری ۶ روز بود. با توجه به نتایج این تحقیق، محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید ۱ میلی‌مولار به‌منظور افزایش مقاومت گیاه گوار و کاهش افت عملکرد دانه به هنگام وقوع تنش خشکی مناسب به نظر می‌رسد.

واژگان کلیدی: تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، پروتئین دانه، شاخص سطح برگ.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

* نگارنده مسئول e.tohodinejad@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) یک لگوم یک ساله است که می‌تواند تنش شوری و خشکی را به‌خوبی تحمل کند و به‌عنوان یک محصول جایگزین با پتانسیل بالقوه در دشت‌های کم آب کشت شود (Grover *et al.*, 2016). بیشترین سطح زیر کشت گیاه گوار مربوط به کشور هندوستان است که ۸۰ درصد سطح زیر کشت گوار در دنیا را به خود اختصاص داده است (Hema Yadav and Shalendra, 2014).

تنش خشکی منجر به کاهش صفت‌های رشدی و عملکردی گیاهان زراعی می‌شود (Li *et al*. 2009; Farahbakhsh *et al*., 2014). اثر تنش خشکی بر عملکرد گیاهان بستگی زیادی به زمان، مدت و شدت تنش دارد از طرفی کاربرد شبه هورمون‌هایی نظیر سالیسیلیک اسید در شرایط تنش خشکی موجب تخفیف اثرات تنش و بهبود عملکرد گردیده است. نتایج یک تحقیق روی سیاهدانه نشان داد که تنش خشکی با کاهش تقسیمات سلولی و کاهش اندازه سلول ارتفاع بوته را کاهش داد ولی سالیسلیک اسید باعث افزایش تقسیم و تمایز سلول‌ها و افزایش تعداد ارتفاع بوته گردید (Rezaei Chianeh and Pirzad, 2013). نتایج آزمایش اثر مقادیر مختلف رطوبت خاک در سطوح مختلف سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های مورفولوژیکی یونجه نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش سطح برگ شد در حالی که استفاده از سالیسیلیک اسید توانست تا حدی این کاهش را جبران کند (Dolatmand shahri and Haghshenas, 2017).

گزارش شده است که تنش خشکی با ایجاد محدودیت در فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه لوبیا چشم بلبلی را کاهش داده در حالی‌که کاربرد سالیسیلیک اسید با کاهش خسارت‌های ناشی از تنش خشکی صفت‌های مذکور را افزایش داد (Shekari *et al*., 2016). در آزمایش دیگری بر روی زیره سبز نشان داده شد که تنش خشکی با کاستن از سطح فتوسنتز کننده، میزان فتوسنتز را تنزل داده و هم‌چنین با کم کردن طول دوره رشد گیاه منجر به کاهش عملکرد گردیده و از طرف دیگر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید میزان فتوسنتز را افزایش و مواد غذایی بیشتری از برگ به دانه منتقل و در نتیجه عملکرد را افزایش داد (Sartip and Sirousmehr, 2017). پژوهش دیگری بر روی ارقام کلزا نشان داد که تنش خشکی منجر به کاهش ۴۰ درصدی عملکرد می‌گردد در حالی که استفاده از اسید سالیسیلیک به میزان دو میلی‌مولار توانسته تا ۱۳ درصد کاهش عملکرد را جبران کند (Emam *et al*., 2015). نتایج تحقیق دیگری نشان داد که افزایش شدت تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه رازیانه شده در حالی که با کاربرد سالیسیلیک اسید عملکرد دانه افزایش پیدا کرد (Farahbakhsh and Salarpour Gharba, 2014).

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر صفات مورفولوژیک و زراعی گیاه گوار در مواجهه با تنش خشکی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۶ در مزرعه‌ای واقع در استان کرمان-شهرستان قلعه گنج انجام شد. این شهرستان در طول جغرافیایی ۵۳ دقیقه و ۱۳/۸ ثانیه و ۵۷ درجه و عرض جغرافیایی آن ۲۹ دقیقه و ۷ ثانیه و ۲۷ درجه و ارتفاع ۴۰۰ متری از سطح دریا قرار دارد. آب و هوای قلعه گنج بر اساس روش آمبرژه خشک نیمه بیابانی

www.SID.ir

Archive of SID

است. خصوصیات خاک محل انجام آزمایش در جدول ۱ مشخص شده است. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار صورت پذیرفت. عامل اصلی شامل سه فاصله آبیاری ۶، ۹ و ۱۲ روز و عامل فرعی شامل چهار غلظت سالیسیلیک اسید صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار بود. بذر گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) بومی منطقه سراوان و ایرانشهر می‌باشد که از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. تاریخ کاشت گیاه گوار ۱۵ مرداد و تاریخ برداشت آن ۱۵ آبان ماه بود. هر کرت شامل ۱۲ ردیف کاشت به طول سه متر، فاصله‌ی بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله‌ی گیاهان روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود (Hema and Shalendra, 2014). کاشت روی پشته‌ها در عمق پنج سانتی‌متر انجام شد (Akhtar *et al*., 2012). تراکم بوته در هکتار ۵۰۰۰۰ عدد بود. آبیاری کرت‌های آزمایشی، بر اساس دور آبیاری بوده که تعداد دفعات آبیاری برای دورهای آبیاری ۶، ۹ و ۱۲ روز به‌ترتیب ۱۲، ۹ و ۶ مرتبه بوده است. محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید پیش از طلوع آفتاب در سه مرحله پنج برگی، گلدهی و غلاف‌دهی صورت گرفت. در تمام فصل رشد وجین علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام شد. اواسط مرحله گلدهی سطح برگ گیاه توسط دستگاه سطح برگ سنج مدلLi-Cor, 7 Li-1300 ساخت کشور آمریکا اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری پروتئین دانه با دستگاه کجلدال انجام شد. عملکرد پروتئین دانه از حاصل‌ضرب درصد پروتئین دانه در عملکرد دانه، بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. در پایان فصل رشد، تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و صفاتی نظیر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. عملکرد نهایی، پس از حذف حاشیه‌ها در هر واحد آزمایشی انجام گرفت.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.1 و مقایسه‌ی میانگین‌ها با آزمون LSD محافظت شده در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تیمارهای دور آبیاری و سالیسیلیک اسید به‌طور معنی‌داری شاخص سطح برگ را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۲). با افزایش شدت تنش خشکی شاخص سطح برگ کاهش یافت و از ۲/۶۹ در تیمار دور آبیاری ۶ روز به ۱/۳۴ در تیمار دور آبیاری ۱۲ روز رسید (جدول ۳). روند تغییرات شاخص سطح برگ تحت تاثیر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید نشان می‌دهد که استفاده از سالیسیلیک اسید باعث افزایش معنی‌دار شاخص سطح برگ در مقایسه با تیمار شاهد شده و بیشترین شاخص سطح برگ (۲/۲۷) از کاربرد ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید حاصل شد (جدول ۴). تنش خشکی عمدتاً رشد برگ و در نتیجه سطح برگ را در بسیاری از گونه‌های گیاهی کاهش می‌دهد (Farooq *et al*., 2009). در شرایط خشکی شاخص سطح برگ بسیار حایز اهمیت است. کاهش وزن خشک گیاه در اثر تنش خشکی عمدتاً ناشی از کاهش جذب نور توسط گیاه و یا کاهش بازده فتوسنتز و یا ترکیبی از این دو می‌باشد (Lopez *et al*., 1998; Tesfye *et al*., 2006). در تحقیقی روی گیاه سویا محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید باعث افزایش سلول‌های پارانشیم نردبانی شد و میزان سطح برگ را افزایش داد (Bagheri and Mohamadali pour, 2011).

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر دورهای مختلف آبیاری و غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید قرار گرفت (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش دور آبیاری تعداد غلاف در بوته کاهش یافت به نحوی که تعداد غلاف در بوته در دور آبیاری ۶ روز، ۲۹/۹۵ درصد بیشتر از دور آبیاری ۱۲ روز بود (جدول ۳). با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید از صفر به ۲ میلی‌مولار تعداد غلاف در بوته نیز ۱۱/۷۳ درصد افزایش یافت (جدول ۴). تنش خشکی باعث کاهش تعداد غلاف در بوته گیاه لوبیا قرمز شد (Roozbehani and Shouqian, 2017). افزایش تحمل به تنش خشکی توسط تیمار سالیسیلیک اسید در گیاهان مشاهده شده است؛ به‌طوری‌که، با تیمار سالیسیلیک اسید اجزای عملکرد به‌ویژه تعداد غلاف در بوته در لوبیا و ماش بهبود یافته است (Senaratna *et al.*, 2000; Nezhad *et al.*, 2014). گلدهی یکی از مراحل حساس به تنش خشکی است که تنش در این مرحله باعث ریزش گل‌ها و عدم تلقیح تخمک‌ها می‌شود و در نتیجه تعداد غلاف در بوته کاهش می‌یابد (Shekari *et al.*, 2016).

بر اساس جدول تجزیه واریانس، دورهای آبیاری و غلظت‌های سالیسیلیک اسید تعداد دانه در غلاف را به‌طور معنی‌داری (در سطح یک درصد) تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۲). بیشترین و کمترین تعداد دانه در غلاف به‌ترتیب از دورهای آبیاری ۶ و ۱۲ روز با میانگین‌های ۴/۸۶ و ۳/۵۳ دانه به‌دست آمد (جدو ل۳). بیشترین تعداد دانه در غلاف (۴/۶۰) مربوط به غلظت ۲ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و کمترین میزان آن (۴) مربوط به غلظت‌های صفر و ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بود (جدول ۴). تنش خشکی با ایجاد محدودیت در اختصاص مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی و فاکتورهای شکل‌گیری دانه، تعداد دانه در غلاف را کاهش می‌دهد (Turk *et al.*,1980). محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید باعث افزایش میزان فتوسنتز و تسهیم مواد فتوسنتزی در گیاه می‌شود و با افزایش میزان مواد فتوسنتزی در دانه، از کاهش تعداد و وزن بذر جلوگیری می‌کند (Eraslan *et al.*, 2007).

تأثیر دورهای آبیاری، غلظت‌های سالیسیلیک اسید و اثر متقابل آبیاری و سالیسیلیک اسید بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان وزن هزار دانه (۳۱/۹۴ گرم) به تیمار ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید در دور آبیاری شش روز اختصاص داشت و کمترین میزان این صفت (۲۰/۵۵ گرم) مربوط به تیمار ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید در دور آبیاری ۱۲ روز بود. میزان وزن هزار دانه در دور آبیاری شش روز در غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید تفاوت معنی‌داری نداشت اما در در دور آبیاری ۹ روز، غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید به‌ترتیب ۱۲/۶ و ۸/۶ درصد وزن هزار دانه را نسبت به شاهد افزایش دادند. بیشترین افزایش در وزن هزار دانه با کاربرد سالیسیلیک اسید (۲۷ درصد)، مربوط به دور آبیاری ۱۲ روز در غلظت یک میلی‌مولار نسبت به شاهد ثبت شد. با این حال در تمام سطوح آبیاری غلظت یک میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بهترین نتیجه را در بر داشت. استفاده از سالیسیلیک اسید یک میلی‌مولار در دور آبیاری ۱۲ روز منجر به کاهش تنها ۱۳ درصدی وزن هزار دانه نسبت به شرایط دور آبیاری شش روز و غلظت صفر

www.SID.ir

Archive of SID

میلی‌مولار سالیسیلیک اسید گردید (جدول ۵). کاهش وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی ناشی از کاهش فتوسنتز در شرایط تنش خشکی است. این خود باعث کاهش تولید مواد فتوسنتزی شده و ازطرفی باعث رسیدن سریع دانه‌ها می‌گردد. در نتیجه وزن هزار دانه گیاه کاهش می‌یابد (Amiri *et al*., 2011). کاهش طول دوره رشد رویشی و زایشی در اثر تنش رطوبتی موجب کوتاه شدن طول دوره مؤثر پر شدن دانه و نیز کاهش ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها شده و باعث تقلیل وزن هزار دانه می‌گردد. کاربرد سالیسیلیک اسید، طول دوره و سرعت پر شدن دانه را زیاد می‌کند که باعث افزایش وزن هزار دانه می‌شود (Amiri *et al*., 2011).

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، صفت درصد پروتئین دانه تحت تأثیر سطوح آبیاری، سالیسیلیک اسید و اثر متقابل آبیاری و سالیسیلیک اسید قرار گرفت (جدول ۲). روند تغییرات میزان پروتئین دانه نشان داد که کمترین میزان پروتئین دانه در دورهای آبیاری ۶ و ۹ روز مربوط به عدم کاربرد سالیسیلیک اسید و در دور آبیاری ۱۲ روز مربوط به تیمار شاهد و غلظت ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بود. با افزایش شدت تنش خشکی، میزان پروتئین دانه افزایش یافت به طوری‌که دور آبیاری ۱۲ روز و عدم مصرف سالیسیلیک اسید، افزایش ۱۲/۹ درصدی نسبت به تیمار دور آبیاری ۶ روز و عدم مصرف سالیسیلیک اسید داشت. هم‌چنین، در تمام سطوح آبیاری، کاربرد سالیسیلیک اسید باعث کاهش معنی‌دار درصد پروتئین دانه شد (بین ۷/۵ تا ۱۱ درصد) (جدول ۵). بهره‌گیری از سالیسیلیک اسید و آبیاری مطلوب درصد پروتئین دانه را کاهش داد به‌طوری‌که کمترین درصد پروتئن دانه به‌ترتیب مربوط به غلظت‌های سالیسیلیک اسید یک میلی‌مولار (۲۱/۵۹) و ۲ میلی‌مولار (۲۱/۴۲) در دور آبیاری ۶ روز بود (جدول ۵). تنش خشکی موجب کوتاه شدن دوره رشد زایشی و کاهش زمان ذخیره نشاسته در دانه شده و درصد پروتئین دانه را افزایش می‌دهد (Sajedi and Rajali, 2011). طبق نتایج زارعی و همکاران با افزایش میزان تنش رطوبتی درصد پروتئین دانه سویا افزایش ولی کاربرد سالیسیلیک اسید باعث کاهش عملکرد پروتئین گیاه سویا شد (Zarei *et al*., 2016).

عملکرد پروتئین در سطح احتمال یک درصد تحت تاثیر تیمار آبیاری قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین دورهای مختلف آبیاری نشان داد که با افزایش دور آبیاری از ۶ به ۹ روز، عملکرد پروتئین تغییر معنی‌داری نکرد. ولی با افزایش دور آبیاری از ۹ به ۱۲ روز مقدار این صفت به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳). اثر تیمار سالیسیلیک اسید بر عملکرد پروتئین در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). بین غلظت‌های صفر، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار از لحاظ عملکرد پروتئین اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی مقدار این صفت در غلظت ۲ میلی‌مولار در مقایسه با سطوح مذکور به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۴). علی‌رغم اینکه تنش خشکی موجب افزایش درصد پروتئین دانه گردید، اما با توجه به رابطه مستقیم عملکرد پروتئین با عملکرد دانه، این امر سبب گردید که بیشترین میزان عملکرد پروتئین مربوط به تیمارهای دور آبیاری ۶ و ۹ روز باشد، زیرا افزایش چشمگیر عملکرد دانه در این تیمارها نسبت به دور آبیاری ۱۲ روز، کمبود میزان پروتئین دانه را جبران نموده و باعث گردید که بیشترین میزان

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد پروتئین به این تیمارها اختصاص یابد. نتایج آزمایشی روی لوبیا نیز بیانگر این مطلب بود که در شرایط تنش عملکرد پروتئین در اثر کاهش عملکرد دانه کاهش می‌یابد (Kordi *et al.*, 2016).

عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر دورهای آبیاری، غلظت‌های سالیسیلیک اسید و اثر متقابل آبیاری و سالیسیلیک اسید قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه به‌ترتیب مربوط به غلظت یک میلی‌مولار (۱۲۴۵/۲۵ کیلوگرم در هکتار) و ۲ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید (۱۲۲۷/۷۵ کیلوگرم در هکتار) در دور آبیاری ۶ روز به‌دست آمد، هم‌چنین کمترین عملکرد دانه (۸۷۹/۲۵ کیلوگرم در هکتار) در دور آبیاری ۱۲ روز و غلظت صفر میلی‌مولار سالیسیلیک اسید حاصل شد (جدول ۴). سالیسیلیک اسید با تخفیف عوارض ناشی از تنش خشکی منجر به افزایش عملکرد دانه گردید. به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه در دور آبیاری ۶ روز مربوط به غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بود که به‌ترتیب ۷/۷ و ۶/۲ درصد عملکرد دانه را نسبت به عدم کاربرد افزایش داد. در دور آبیاری ۱۲ روز، کاربرد غلظت یک میلی‌مولار سالیسیلیک اسید موجب افزایش ۱۹/۹ درصد در عملکرد دانه نسبت به عدم کاربرد سالیسیلیک اسید گردید. در حالی‌که میزان عملکرد دانه در دور آبیاری ۹ روز در غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشت، اما نسبت به عدم کاربرد تفاوت معنی‌داری نشان داد. با این وجود غلظت سالیسیلیک اسید یک میلی‌مولار در تمام سطوح آبیاری بیشترین میزان عملکرد دانه را در پی داشت. در شرایط افزایش دور آبیاری به ۱۲ روز، اعمال یک میلی‌مولار سالیسیلیک اسید منجر به کاهش ۸/۸ درصدی نسبت به تیمار آبیاری نرمال و عدم استفاده از سالیسیلیک اسید گردید، در حالی که این کاهش عملکرد در شرایط عدم کاربرد سالیسیلیک اسید در دور آبیاری ۱۲ روز، ۲۴ درصد بود.

تنش خشکی در مرحله گلدهی باعث کاهش طول دوره گلدهی، تعداد گل و عملکرد دانه در بوته می‌شود، زیرا در این زمان گیاه دارای رشد زایشی فعال است و تنش در این مرحله باعث کاهش شدید رشد و عدم جبران آن در مراحل بعد می‌گردد (Rezaeyan Zadeh *et al.*, 2011). سالیسیلیک اسید نقش مثبت در فعالیت‌های فتوسنتزی و آنزیم‌های مربوط به فتوسنتز دارد. از طرفی باعث انتقال بهتر مواد پرورده از منبع به مخزن می‌شود، در نتیجه موجب رشد بهتر و عملکرد بیشتر گیاهان می‌شود (Modarres-Sanavy *et al.*, 2014).

نتیجه‌گیری کلی

تنش خشکی سبب کاهش شاخص سطح برگ، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه و هم‌چنین افزایش پروتئین دانه شد. محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید سبب افزایش شاخص سطح برگ، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه گیاه گوار شد ولی میزان پروتئین دانه را کاهش داد که بیانگر اثر سالیسیلیک اسید بر تقویت سیستم دفاعی و تحمل گیاه گوار در شرایط تنش خشکی است. با توجه به نتایج این تحقیق، محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید یک میلی‌مولار باعث افزایش مقاومت گیاه گوار در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی و در نتیجه باعث بهبود عملکرد دانه می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک (عمق صفر- ۳۰ سانتی متر)

Table 1- Results of soil analysis (Depth of 0-30 cm)

بافت خاک Soil patern		شن sand ٪	لای Silt ٪	رس Clay ٪	پتاسیم K (mg/kg)	فسفر P (mg/kg)	نیتروژن N ٪	کربن آلی ٪C	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (dS/m) EC
لومی شنی	Loam-sand	57	36	7	280	10	0.08	0.4	7.8	1.8

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک و زراعی در گیاه گوار

Table 2- Results of analysis variance for morphological agronomic traits in guar

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	شاخص سطح برگ Leaf area index	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	وزن هزار دانه 1000-seed weight	درصد پروتئین %Protein	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد پروتئین Protein yield
بلوک Block	3	0.0042	1.40	0.03	0.60	0.28	446.46	18.33
دور آبیاری (a) Irrigation round (a)	2	7.15**	1296.65**	6.91**	230.01**	38.31**	243919**	4147.2**
خطای اصلی Main error	6	0.01	2.19	0.01	0.53	0.36	310.59	44.37
اسید سالیسیلیک (b) Salicylic acid (b)	3	0.50**	123.63**	0.96**	42.74**	19.32**	26825.36**	343.74*
اثر متقابل a×b Interaction a×b	6	0.01^{ns}	5.59^{ns}	0.02^{ns}	3.93**	0.37**	3392.69**	188.54^{ns}
خطای فرعی Sub error	27	0.007	3.49	0.02	0.73	0.62	411.16	102.69
ضریب تغییرات C.V. (%)		12.36	15.21	11.52	12.61	6.35	13.85	10.48

**،*و ns به ترتیب معنی داری در سطح احتمال یک درصد و ۵درصد و غیر معنی داری می باشد.

*, ** and ns significant at 5 and 1% probability levels and non-significant, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر دور های مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گوار

Table 3- Comparison of the effects of different irrigation intervals on yield and yield components of guar

دور آبیاری Irrigation intervals (day)	شاخص سطح برگ Leaf area index	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	عملکرد پروتئین Protein yield ($kg.ha^{-1}$)
6	2.69	60.15	4.86	270.16
9	2.01	52.96	4.28	273.31
12	1.34	42.13	3.53	243.78
LSD 5%	0.06	0.62	0.10	7.35

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گوار

Table 4- Comparison of salicylic acid effects on yield and yield components of guar

سطوح سالیسیلیک Salicylic acid levels	شاخص سطح برگ Leaf area index	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	عملکرد پروتئین Protein yield ($kg.ha^{-1}$)
شاهد Control	1.83	49.18	4	264.5
0.5mM	1.86	49.06	4	265.4
1mM	2.27	53.02	4.28	265.4
2mM	2.08	55.72	4.60	254.3
LSD 5%	0.07	1.56	0.12	8.48

جدول ۵ – اثر متقابل دور آبیاری× سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گوار

Table 5 - Interaction of irrigation intervals × salicylic acid on yield and yield components of guar plant

دور آبیاری Irrigation intervals (day)	سطوح سالیسیلیک اسید Salicylic acid levels (mM)	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	درصد پروتئین Protein (%)	عملکرد دانه grain yield ($kg.ha^{-1}$)
6	0	29.73	24.01	1156.50
	0.5	30.10	22.80	1188
	1	31.94	21.59	1245.25
	2	31.52	21.42	1227.75
9	0	25.94	25.63	1083.25
	0.5	25.85	25.25	1120.50
	1	29.20	23.71	1147
	2	28.17	23.2	1124
12	0	20.72	27.10	879.25
	0.5	20.55	26.56	912.50
	1	26.31	24.21d	1054.50
	2	25.15	24.19d	989.25
LSD 5%		1.23	1.14	29.37

www.SID.ir

Archive of SID

References منابع مورد استفاده

- Akhtar, L.H., S. Bukhari, S. Salah-ud-Din, and R. Minhas. 2012. Response of new guar strains to various row spacings. *Pakistan Journal of Agricultural Science*. 49(4): 469-471.
- Amiri, A., S.R. Parsa, M. Nezami, and A. Ganjeali, 2011. The effects of droght stress at different phonological stages on growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in greenhouse condition. *Iranian Journal of Pulses Research.* 1:69-84. (In Persian).
- Bagheri, A., and Z. Mohamadali pour. 2011. The effect of salicylic acid on growth, yield components in (*Glycin max* L.) under salinity stress. *Journal of Plant Ecophysiology*. 29-41. (In Persian).
- Dolatmand shahri, N., and M. Haghshenas. 2017. Effects of diferent amounts of soil moisture in diferent salicylic acid levels on enzymes activity and morpholophysiological characteristics of alfaalfa. *Crop Physiology Journal*. 9: 99-118. (In Persian).
- Emam, Y., A. Heydari, E. Bizhanzadeh, and R. Naderi, 2015. Effect of late season drought tension and salicylic acid on grain yield and canopy temperature of two rapeseed cultivars .*Crop Physiology Journal.* 7: 37-53. (In Persian).
- Eraslan, F.A., A. Gunes, and M. Alpaslan, 2007. Impact of exogenous salicylic acid on growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity. *Scientia Horticulturae*. 113: 120–128.
- Farahbakhsh, H., and F. Salarpour Gharba. 2014. Effect of drought stress and salicylic acid on physical and physiological properties of the plant. *Journal of Crops Improvement.* 13: 778 – 794. (In Persian).
- Farooq, M., S.M.A. Basra, A. Wahid, N. Ahmad, and B.A. Saleem. 2009. Improving the drought tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) by exogenous application of salicylic acid. *Journal of Agronomy and Crop Scienc*e. 195: 237–246.
- Grover, K., S. Singla, S. Angadi, S. Begna, B. Schutte, and D. Leeuwen. 2016. Growth and yield of guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) genotypes under different planting dates in the semi-arid southern high plains. *American Journal of Plant Sciences*. 7: 1246-1258.
- Hema, Y., and A. Shalendra. 2014. an analysis of performance of guar crop in india., guar cultivation practices p:17-31 Prepared by CCS National Institute of Agricultural Marketing and Jaipur for United States Department of Agriculture (USDA), New Delhi
- Kordi, S., M. Marsafari, Z. Tahmasebi, Gh. Shahkarami, L. Gerami, A.A. Taghizadeh, and F. Ghanbari. 2016. Effect of foliar application of zinc on yield, grain and straw protein of bean (*Phaseolus vulgaris*) under water deficit stress in Ilam weather conditions. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*. 111: 115-124. (In Persian).
- Li, Y.P., W. Ye, M. Wang, and X.D. Yan. 2009. Climate change and drought: a risk assessment of cropyield impacts. *Climate Research*. 39: 31-46.

www.SID.ir

Archive of SID

- Lopez, F.B., T.L. Setter, and C.R. Mc David. 1998. Photosynthesis and water vapor exchange of pigeon pea leaves in response to water deficit and recovery. *Crop Science*. 28:141-145.
- Modarres-Sanavy, S.A.M., and H. Keshavarz. 2014. Effect of salicylic acid on chlorophyll, some growth characteristics and yield of two canola cultivars. *Journal of Crop Production*. 7: 161-171. (In Persian)
- Nezhad, T.S., H.R. Mobasser, M. Dahmardeh, and M. Karimian, 2014. Effect of foliarapplication of salicylic acid and drought stress on quantitative yield of mung bean (*Vigna radiate* L.). *Journal of Novel Applied Scienc*e. 3: 512-515. (In Persian).
- Rezaei Chianeh, I., and A. Pirzad, 2013. Effect of salicylic acid on yield, yield components and essential oil of *Nigella sativa* L. under low water stress conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research.* 12: 427-437. (In Persian).
- Rezaeyan Zadeh, E., M. Parsa, A. Ganjali, and A. Nezami. 2011. Responses of yield and yield components of chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.) to supplemental irrigation in different phenology stages. *Journal of Water and Soil*. 25: 1080-1095. (In Persian).
- Roozbehani, A., and M. Shouqian. 2017. Salicylic acid spraying on morpho physiological traits, yield and yield components red beans under drought stress. *Crop Physiology Journal*. 34 :131-147. (In Persian).
- Sajedi, N.A., and F. Rajali. 2011. Effects of drought stress, zinc application and mycorrhizal inoculation on uptake of micronutrients in Maize. *Iranian Journal of Soil Research.* 25: 83-92. (In Persian).
- Sartip, S., and A.R. Sirousmehr. 2017. Evaluation of salicylic acid effects on growth, yield and some biochemical characteristics of cumin (*Cuminum cyminum* L.) under three irrigation regimes. *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 10: 548-558. (In Persian).
- Senaratna, T., D. Touchell, E. Bunn, and K. Dixon. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid inducemultiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regulation*. 30:157-161.
- Shekari, F., M. Azhdar afshari, K. Afsahi, and R. Azim khani. 2016. Effect of salicylic acid foliar application on dry weight, harvest index, yield and yield components of blubbery beans under dehydrated stress. *Journal of Environmental Stresses in Agronomic Sciences*. 9: 51-58. (In Persian).
- Tesfye, K., S. Walke, and M. Tsubo, 2006. Radintion interception and radiation use efficiency of three gran legumes under water deficit conditions in semi-arid conditions. *Journal of Agronomy*. 25:60-70.
- Turk, K.J., A.E. Hall, and C.W. Asbell. 1980. Drought adaptation of cowpea. 1. Influence of drought on seed yield. *Agronomy Journal*. 72: 413-420.
- Zarei, Z., G. Daneshian, and A. Khorgami. 2016. The effect of zinc and salicylic acid on the quantitative and qualitative characteristics of soybeans Dehydration conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 14: 723-734. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Salicylic Acid on Morpho-agronomical Traits of Guar (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) under Drought Stress

Faramarz Chamani[1], Enayatollah Tohidi Nejad[2]*, and Mehdi Mohayeji[3]

Received: August 2018, Revised: 24 November 2018, Accepted: 22 December 2018

Abstract

Guar is a tropical, salt and drought tolerant plant. To assess the effect of salicylic acid on its morphological and agronomical traits under different irrigation intervals, a split plot experiment based on randomized complete block design with four replicates was performed in Galeh-Gang region in Kerman province, Iran. Three different irrigations with 6, 9 and 12 day intervals, assigned to main plots and four salicylic acid concentrations (0, 0.5, 1 and 2 mM) to sub plots. Salicylic acid spraying was done three times at five leaf, flowering and podding stages. The results indicated that most of the morphologic and agronomic characters of guar were influenced under different irrigation intervals. Leaf area index, number of pods per plants and number of seeds per pod were decreased when drought stress occured. Spraying plants with salicylic acid increased almost all characters under study. While, the highest number of pods per plant, seeds per pod were obtained at 2 mM and leaf area index at 1 mM salicylic acid treatments. Irrigation interval by salicylic acid interaction was significant for specific leaf area, 1000 seed weight, seed protein content and seed yield. The highest seed yield (1245.25 $kg.ha^{-1}$) was belonged to the irrigation of 6 day interval and 1 mM acid salicylic treatment. As a whole it can be concluded that use of 1 mM salicylic acid treatment might increase drought tolerance of guar and prevent yield reduction during drought stress.

Key words: Grain protein, Leaf area index, Number of pod per plants, Number of seeds per pod.

1- M.Sc. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
2- Assistant Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
* *Corresponding Author: e.tohodinejad@gmail.com*

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir