



واکنش لوبیا چشم بلبلی به کاربرد اسید اسکوربیک تحت شرایط تنش خشکی

امین داودی^۱، امید صادقی پور^{۲*}، حمید رضا توحیدی مقدم^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- گروه زراعت، واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- گروه زراعت، واحد ورامین-پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۴/۴ تاریخ پذیرش: ۹۷/۸/۱۰

چکیده

به منظور بررسی واکنش لوبیا چشم بلبلی رقم کامران به کاربرد اسید اسکوربیک در شرایط تنش خشکی، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری در سال ۱۳۹۱ انجام شد. این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. آبیاری به عنوان عامل اصلی در دو سطح، شامل: آبیاری پس از ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به ترتیب به عنوان شرایط نرمال و تنش خشکی در کرت‌های اصلی قرار گرفت. کاربرد اسید اسکوربیک نیز به عنوان عامل فرعی در هفت سطح به شرح ذیل در کرت‌های فرعی قرار داده شد: (۱) عدم کاربرد اسید اسکوربیک، (۲) کاربرد اسید اسکوربیک با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام به صورت بذرمال به مدت ۱۲ ساعت، (۳) کاربرد اسید اسکوربیک با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام به صورت بذرمال به مدت ۱۲ ساعت، (۴) کاربرد اسید اسکوربیک با غلظت ۳۰۰ پی‌پی‌ام به صورت بذرمال به مدت ۱۲ ساعت، (۵) کاربرد اسید اسکوربیک با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام به صورت محلول‌پاشی در مراحل رویشی و زایشی، (۶) کاربرد اسید اسکوربیک با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام به صورت محلول‌پاشی در مراحل رویشی و زایشی و (۷) کاربرد اسید اسکوربیک با غلظت ۳۰۰ پی‌پی‌ام به صورت محلول‌پاشی در مراحل رویشی و زایشی. نتایج نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش هدایت روزنه‌ای و تبادلات گازی برگ، بر هم زدن تعادل آبی گیاه و کاهش محتوی نسبی آب، شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی گردید. با این وجود، کاربرد خارجی اسید اسکوربیک به ویژه محلول‌پاشی آن با غلظت ۳۰۰ پی‌پی‌ام، باعث افزایش تمامی صفات فوق تحت شرایط تنش خشکی گردید. بنابراین کاربرد خارجی اسید اسکوربیک می‌تواند به عنوان روشی مفید در جهت بهبود تحمل به تنش خشکی لوبیا چشم بلبلی بکار رود.

واژه‌های کلیدی: اسید اسکوربیک، بذرمال، تنش کم آبی، محلول‌پاشی

مقدمه

لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L. Walp) یکی از مهمترین لگوم‌های دانه‌ای چند منظوره است. تمام قسمت‌های گیاه دارای ارزش غذایی بالایی هستند. دانه این گیاه دارای ۲۵-۲۰ درصد پروتئین و مقادیر مناسبی کربوهیدرات، چربی، مواد معدنی و ویتامین‌ها است. در آسیا، آفریقا و آمریکای لاتین بیش از ۱۰ میلیون هکتار از اراضی، زیر کشت این گیاه قرار دارند که سالانه حدود ۵ میلیون تن دانه تولید می‌کنند. این گیاه در نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری دنیا با میزان بارش متغیر سالانه ۶۰۰-۳۰۰ میلی‌متر رشد می‌کند. لوبیا چشم بلبلی نسبت به بسیاری از محصولات، سازگاری بهتری به خشکی، گرما و تنش‌های زیستی دارد. با این حال، برخی از ارقام این گیاه به خشکی شدید و گرما به ویژه در مرحله زایشی حساس بوده به طوری که عملکرد و تولید آنها در این شرایط به شدت کاهش می‌یابد (Ndiso et al., 2016; Silva et al., 2016). کم آبی، محدودیتی جدی برای تولید محصولات کشاورزی در بسیاری از نقاط دنیا است. عدم تامین آب کافی، بسیاری از فرایندهای مهم فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه از جمله: تقسیم و توسعه سلولی، روابط آبی و تغذیه‌ای، فعالیت آنزیمی، تعرق، تنفس، فتوسنتز، انتقال و توزیع مواد، تنش اکسیداتیو، پایداری غشاها، رشد و عملکرد را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

اسید اسکوربیک یک ترکیب محلول در آب است که با خاصیت آنتی‌اکسیدانی خود، سلول‌ها را از خسارت اکسیداتیو حفظ می‌کند. اسید اسکوربیک همچنین در تنظیم تقسیم سلولی و فتوسنتز دخالت دارد. این مولکول کوچک به عنوان اولین پیش‌ماده در چرخه سم‌زدایی پراکسید هیدروژن نقش دارد. اسید اسکوربیک در سیتوسول، واکوئل، میتوکندری و دیواره سلول‌های گیاهی وجود دارد. اسید اسکوربیک همراه با سایر ترکیبات مانند آلفا توکوفرول، کاروتنوئیدها و فنول‌ها سیستم آنتی‌اکسیدانی غیر آنزیمی را تشکیل می‌دهند که موجب پاکسازی گونه‌های اکسیژن فعال می‌شوند (Arefi et al., 2016). نتایج برخی تحقیقات نشان داده که کاربرد خارجی اسید اسکوربیک می‌تواند تحمل گیاه به تنش‌های غیر زیستی از جمله خشکی را افزایش دهد. تیمار بذرها با اسید اسکوربیک موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و بهبود تحمل به تنش خشکی در گیاهچه‌ها گردید (Razaji et al., 2012). بهبود رشد بوته‌های خیار طی تنش خشکی در اثر محلول‌پاشی اسید اسکوربیک، به افزایش میزان کلروفیل، پرولین، محتوی نسبی آب و فتوسنتز نسبت داده شد (Naz et al., 2016). در شرایط تنش خشکی، محلول‌پاشی اسید اسکوربیک در گیاه ریحان باعث افزایش رشد، وزن تر و خشک، محتوی نسبی آب، درصد روغن و رنگدانه‌های فتوسنتزی گردید (Khalil et al., 2010). تیمار بذرها

تکرار اجرا گردید. کرت‌های اصلی شامل ۲ سطح آبیاری (آبیاری پس از ۵۰ و ۱۰۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به ترتیب به عنوان شرایط نرمال و تنش خشکی) و کرت‌های فرعی نیز شامل ۷ سطح کاربرد اسید اسکوربیک به شرح ذیل بود: (۱) عدم کاربرد اسید اسکوربیک، (۲) کاربرد اسید اسکوربیک با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام به صورت بذرمال به مدت ۱۲ ساعت، (۳) کاربرد اسید اسکوربیک با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام به صورت بذرمال به مدت ۱۲ ساعت، (۴) کاربرد اسید اسکوربیک با غلظت ۳۰۰ پی‌پی‌ام به صورت بذرمال به مدت ۱۲ ساعت، (۵) کاربرد اسید اسکوربیک با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام به صورت محلول‌پاشی در مراحل رویشی و زایشی، (۶) کاربرد اسید اسکوربیک با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام به صورت محلول‌پاشی در مراحل رویشی و زایشی و (۷) کاربرد اسید اسکوربیک با غلظت ۳۰۰ پی‌پی‌ام به صورت محلول‌پاشی در مراحل رویشی و زایشی. محلول‌پاشی در ساعات اولیه صبح و بدون تابش شدید نور خورشید انجام گردید. قبل از اجرای آزمایش، از عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتیمتری خاک، نمونه برداری صورت گرفت که برای تعیین خصوصیات خاک به آزمایشگاه ارسال گردید. نتایج آنالیز خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

گندم با اسید اسکوربیک سبب افزایش مقاومت به خشکی گیاه شد. این امر از طریق تحریک تجمع پرولین و فعالیت آن‌تی‌اکسیدانی اسید اسکوربیک و فنول‌ها صورت گرفت که منجر به حفظ آب بافت، پایداری غشاها و رشد منظم گیاهچه‌ها گردید (Farooq *et al.*, 2013). با وجود اینکه آزمایش‌های مختلف، حاکی از نقش مثبت کاربرد اسید اسکوربیک در بهبود تحمل به تنش خشکی در برخی گیاهان است اما اطلاعات بسیار محدودی به ویژه در خصوص مقایسه روش‌های کاربرد آن در تحمل به تنش خشکی در گیاه لوبیا چشم بلبلی وجود دارد. لذا آزمایش حاضر به این منظور طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

جهت ارزیابی تحمل به خشکی لوبیا چشم بلبلی رقم کامران در اثر کاربرد اسید اسکوربیک، آزمایشی در تابستان سال ۱۳۹۱ در مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یادگار امام خمینی (ره) شهر ری واقع در ۲۰ کیلومتر آزاد راه تهران - قم با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۵ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۲ دقیقه و ارتفاع ۱۰۵۰ متر از سطح دریا انجام شد. این تحقیق به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک قطعه آزمایشی

عمق خاک (cm)	EC (dS m ⁻¹)	pH	N (%)	P (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	بافت خاک
۰-۳۰	۳/۴۵	۷/۸	۰/۱	۱۴	۴۴۷/۸	لومی
۳۰-۶۰	۱/۸۶	۸/۲۹	۰/۰۴	۴	۲۱۵	لومی

تا زمان تنک کردن بر اساس نیاز گیاه و شرایط محیطی منطقه انجام شد. در زمان تنک کردن (۲-۳ هفته پس از کاشت یا همان مرحله ۲ تا ۴ برگ) فاصله بوته‌ها با قطع گیاهان اضافی از یکدیگر ۱۰ سانتیمتر شد. بعد از تنک بوته‌ها، آبیاری با توجه به تیمار در نظر گرفته شده برای هر کرت صورت گرفت. برای مبارزه با علف‌های هرز، وجین دستی طی دوره رشد و با توجه به میزان آلودگی کرت‌های مختلف انجام شد. در اواسط گلدهی یعنی حدود ۱۰ روز پس از محلول‌پاشی در مرحله زایشی، اقدام به اندازه‌گیری برخی صفات فیزیولوژیکی بوته‌ها به شرح ذیل گردید:

هدایت روزنه‌ای ۵ برگ فعال و کاملاً توسعه یافته بوته‌های خط دوم هر کرت پس از حذف حاشیه‌ها در روز آفتابی و طی ساعات ۱۱-۱۰ با استفاده از دستگاه Portable Leaf Porometer, SC-1, Decagon Devices, USA اندازه‌گیری شد. جهت محاسبه محتوی نسبی آب (RWC)^۱، از

شخم عمیق در پاییز سال قبل و شخم متوسط، دیسک و ماله ۲ هفته قبل از کشت به منظور خرد کردن کلوخه‌ها و یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه صورت گرفت. پس از شخم و قبل از دیسک، کودهای مورد نیاز مطابق نتایج آنالیز خاک، معادل ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل به خاک اضافه شد. هر تکرار دارای ۲ کرت اصلی که هر یک شامل ۷ کرت فرعی و هر کرت فرعی شامل ۵ خط کاشت به طول ۴ متر، فاصله خطوط کاشت از هم ۵۰ سانتیمتر و فاصله بین بوته‌ها روی هر خط کاشت ۱۰ سانتیمتر بود. فاصله هر کرت فرعی از هم ۱ متر (۲ پشته نکاشت) و فاصله کرت‌های اصلی از هم ۲ متر (۴ پشته نکاشت) بود. در زمان کاشت با فاروئر، جوی و پشته‌هایی به فاصله ۵۰ سانتیمتر از هم احداث گردید. در اواخر خرداد ماه ۱۳۹۱ کاشت با تراکم زیاد روی پشته‌ها انجام گرفت و سپس روی این بذور با مخلوط خاک نرم و ماسه پوشانده شد به طوری که عمق کاشت ۳-۴ سانتیمتر شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی

1 -Relative Water Content

میانگین‌ها بوسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

هدایت روزه‌ای

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی تنش خشکی و کاربرد اسید اسکوربیک بر هدایت روزه‌ای برگ‌های لوبیا چشم بلبلی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود اما اثرات متقابل آنها معنی‌دار نبود (جدول ۲). در اثر تنش خشکی هدایت روزه‌ای معادل ۲۹٪ کاهش یافت (جدول ۳). با این وجود کاربرد اسید اسکوربیک در هر دو شرایط نرمال و تنش موجب افزایش هدایت روزه‌ای گردید. در بین تیمارهای کاربرد اسید اسکوربیک، محلول‌پاشی ۳۰۰ پی‌پی‌ام آن موثرتر بود (جدول ۴). معمولاً یکی از اولین واکنش‌های گیاهانی که با تنش آبی مواجه می‌شوند بستن روزه‌ها است که این امر، تلفات آب از گیاه را کاهش داده و موجب حفظ آن می‌شود. در تحقیق حاضر نیز این موضوع مشاهده گردید ضمن اینکه در اثر کاربرد اسید اسکوربیک، هدایت روزه‌ای افزایش یافت. دلیل این رخداد را می‌توان اینگونه بیان کرد که اسید اسکوربیک سبب کاهش سطح پراکسید هیدروژن می‌شود ماده‌ای که بسته شدن روزه‌ها را تحریک می‌کند (Zonouri *et al.*, 2014; Penella *et al.*, 2017). همراستا با نتایج پژوهش حاضر، کاهش هدایت روزه‌ای در اثر خشکی و افزایش آن در اثر کاربرد اسید اسکوربیک در گندم (Malik & Ashraf, 2012) و

خط دوم هر کرت دیسک‌هایی از ۱۰ برگ فعال و کاملاً توسعه یافته قسمت فوقانی پنج بوته تهیه و بلافاصله وزن تر آنها توسط ترازوی دقیق یادداشت شد. سپس نمونه‌ها در محیط تاریک، درون ظرف‌های محتوی آب مقطر قرار گرفته و پس از ۲۴ ساعت وزن اشباع آنها تعیین گردید. پس از آن، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت درون آون با دمای ۷۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند و وزن خشک آنها محاسبه شد. از تقسیم تفاضل وزن تر و خشک بر تفاضل وزن اشباع و خشک، محتوی نسبی آب برگ‌ها بدست آمد. جهت تعیین شاخص سطح برگ، سطح برگ‌های ۱۰ بوته از خط دوم هر کرت پس از حذف حاشیه، توسط دستگاه Leaf Area Meter, CI-202, CID, Bioscience, USA اندازه‌گیری شد. با توجه به تراکم ۲۰ بوته در متر مربع، حاصلضرب عدد حاصل در عدد ۲، برابر با شاخص سطح برگ بود. در مرحله رسیدگی کامل (اواسط مهر ماه)، از خط چهارم هر کرت و پس از حذف حاشیه، تعداد ۱۰ بوته برداشت شد و توسط آنها ارتفاع بوته‌ها، تعداد غلاف بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه (پس از آفتاب خشک شدن) محاسبه شد. از خط سوم هر کرت نیز پس از حذف ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای خط، تمام بوته‌ها برداشت شده و پس از جدا کردن دانه‌ها از غلاف‌ها و آفتاب خشک شدن، عملکرد دانه با رطوبت ۱۳٪ تعیین گردید. در نهایت، تمامی داده‌ها توسط نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل شده و مقایسه

توسط ریشه‌ها و بهبود پتانسیل فشاری و حفظ تعادل آبی گیاه در اثر کاربرد این ماده نسبت داده شده است (Naz *et al.*, 2016).

شاخص سطح برگ

براساس داده‌های جدول تجزیه واریانس، اثرات اصلی تنش خشکی و کاربرد اسید اسکوربیک بر شاخص سطح برگ لوبیا چشم بلبلی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود، با این وجود اثرات متقابل این دو معنی‌دار نشد (جدول ۲). تنش خشکی، شاخص سطح برگ را نسبت به شرایط عدم تنش معادل ۱۹٪ کاهش داد (جدول ۳). این در حالی است که با کاربرد اسید اسکوربیک در هر دو شرایط نرمال و تنش بر شاخص سطح برگ افزوده شد. بین تیمارهای کاربرد اسید اسکوربیک، محلول‌پاشی ۳۰۰ پی‌پی‌ام آن موثرتر بود (جدول ۴). در اثر تنش خشکی، پتانسیل فشاری سلول‌ها کاهش یافته و در نتیجه اندازه سلول‌ها کوچکتر می‌شود. این کاهش در اندازه سلول‌ها منجر به کاهش اندازه و سطح برگ می‌شود. از سوی دیگر اسید اسکوربیک از طریق بهبود وضعیت آبی سلول‌ها و نیز تاثیر مثبت بر رشد و تقسیم سلولی، می‌تواند از کاهش سطح برگ طی تنش جلوگیری نماید (Hafez & Gharib, 2016). کاهش سطح برگ طی تنش خشکی و از سوی دیگر بهبود این

نهال‌های هلو (Penella *et al.*, 2017) نیز مشاهده شده است.

محتوی نسبی آب

اثرات اصلی تنش خشکی و کاربرد اسید اسکوربیک بر محتوی نسبی آب برگ‌های لوبیا چشم بلبلی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود اما اثرات متقابل آنها معنی‌دار تشخیص داده نشد (جدول ۲). محتوی نسبی آب طی تنش خشکی در مقایسه با عدم تنش معادل ۹٪ کاهش یافت (جدول ۳). از سوی دیگر با کاربرد اسید اسکوربیک، محتوی نسبی آب در هر دو شرایط آبی افزایش یافت. محلول‌پاشی ۳۰۰ پی‌پی‌ام اسید اسکوربیک موثرتر از سایر تیمارهای کاربرد آن بود (جدول ۴). محتوی نسبی آب با جذب آب از ریشه‌ها و تعرق آب از برگ‌ها در ارتباط است. بنابراین طی تنش خشکی، چون سرعت تعرق از جذب آب بیشتر است محتوی نسبی آب کاهش می‌یابد. مشابه با یافته‌های تحقیق حاضر، نتایج سایر تحقیقات نیز نشان داده که اگرچه تنش خشکی موجب کاهش محتوی نسبی آب شد اما کاربرد اسید اسکوربیک باعث بهبود این صفت در شرایط تنش گردید (Khalil *et al.*, 2010; Farooq *et al.*, 2013; Hafez & Gharib, 2016). نقش مثبت اسید اسکوربیک در افزایش محتوی نسبی آب به افزایش میزان جذب آب

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی تنش خشکی و کاربرد اسید اسکوربیک و همچنین اثرات متقابل آنها بر اجزای عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی شامل تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). در اثر تنش خشکی تعداد غلاف در متر مربع، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه به ترتیب معادل ۱۹، ۲۰ و ۱۰٪ کاهش یافت (جدول ۳). با این وجود، کاربرد اسید اسکوربیک در هر دو شرایط نرمال و تنش موجب بهبود اجزای عملکرد دانه گردید. در بین تیمارهای کاربرد اسید اسکوربیک، محلول‌پاشی ۳۰۰ پی‌پی‌ام آن موثرتر بود، اگرچه با تیمار محلول‌پاشی ۲۰۰ پی‌پی‌ام نیز تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). طی تنش خشکی، اولاً: ریزش گل‌ها و غلاف‌ها تشدید می‌شود، ثانیاً: گرده افشانی و لقاح مختل می‌گردد و ثالثاً: انتقال مواد فتوسنتزی به سمت دانه‌های در حال تشکیل شدن کاهش می‌یابد. نتیجه این موارد کاهش تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه‌ها است که مجموعاً اجزای عملکرد حبوبات را تشکیل می‌دهند. بنابراین می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که کاربرد اسید اسکوربیک در شرایط تنش خشکی از طریق جلوگیری از ریزش گل‌ها و غلاف‌ها، بهبود گرده‌افشانی و لقاح و انتقال مواد فتوسنتزی به سمت دانه‌ها موجب بهبود اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی شده است. تاثیر مثبت کاربرد اسید اسکوربیک بر اجزای عملکرد گیاهان مختلف طی دوره تنش خشکی توسط سایر

صفت با کاربرد اسید اسکوربیک در گندم (Farooq et al., 2013) و ریحان (Khalil et al., 2010) نیز مشاهده شده است.

ارتفاع بوته

اثرات اصلی تنش خشکی و کاربرد اسید اسکوربیک بر ارتفاع بوته لوبیا چشم بلبلی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود اما اثرات متقابل آنها معنی‌دار نشد (جدول ۲). با اعمال تنش خشکی، ۹٪ از ارتفاع بوته‌ها در مقایسه با شاهد کاسته شد (جدول ۳). با کاربرد اسید اسکوربیک به ویژه محلول‌پاشی ۳۰۰ پی‌پی‌ام آن در هر دو شرایط نرمال و تنش، ارتفاع بوته افزایش یافت (جدول ۴). تنش خشکی باعث کاهش تقسیم و توسعه سلول‌ها می‌شود. به عبارت دیگر از تعداد و اندازه سلول‌ها کم می‌شود. نتیجه این امر کاهش ارتفاع بوته است. از طرف دیگر با توجه به اینکه اسید اسکوربیک نقش مثبتی در بهبود وضعیت آبی گیاه و در نتیجه تقسیم و تمایز سلول‌های مریستمی دارد می‌تواند ارتفاع بوته را در شرایط تنش کم آبی بهبود بخشد (Razaji et al., 2012). مشابه با نتایج پژوهش فعلی، ثابت شده که کاربرد اسید اسکوربیک می‌تواند موجب بهبود ارتفاع بوته در شرایط تنش خشکی در گیاهان مختلفی همچون ریحان (Khalil et al., 2010)، گندم (Bakry et al., 2013) و نخود (Farjam et al., 2015) شود.

اجزای عملکرد دانه

به واسطه بهبود تبادلات گازی، محتوی نسبی آب و شاخص سطح برگ باعث افزایش ارتفاع بوته، اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی تحت شرایط تنش خشکی گردید. بهبود رشد و عملکرد گیاهان مختلف در اثر کاربرد اسید اسکوربیک تحت شرایط تنش کم آبی توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Bakry *et al.*, 2013; Farjam *et al.*, 2015;) (Hafez & Gharib, 2016).

نتیجه‌گیری

براساس یافته‌های پژوهش حاضر، تنش خشکی موجب کاهش هدایت روزنه‌ای و تبادلات گازی برگ، بر هم زدن تعادل آبی گیاه و کاهش محتوی نسبی آب، شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی گردید. از سوی دیگر کاربرد خارجی اسید اسکوربیک به ویژه محلول‌پاشی آن با غلظت ۳۰۰ پی‌پی‌ام، باعث افزایش تمامی صفات فوق تحت شرایط تنش خشکی گردید. بنابراین کاربرد خارجی اسید اسکوربیک می‌تواند به عنوان روشی مفید در جهت بهبود تحمل به تنش خشکی لوبیا چشم بلبلی بکار رود.

محققان نیز گزارش شده است (Bakry *et al.*,) (2013; Hafez & Gharib, 2016).

عملکرد دانه

نتایج جدول ۲ نشان داد که اثرات اصلی تنش خشکی و کاربرد اسید اسکوربیک و همچنین اثرات متقابل آنها بر عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط عدم تنش معادل ۳۶٪ کاهش یافت (جدول ۳). از سوی دیگر، کاربرد اسید اسکوربیک در هر دو شرایط تنش و عدم تنش موجب افزایش عملکرد دانه گردید. بین تیمارهای مختلف کاربرد اسید اسکوربیک، محلول‌پاشی ۳۰۰ پی‌پی‌ام آن موثرتر بود (جدول ۴). براساس نتایج پژوهش حاضر، تنش خشکی با کاهش هدایت روزنه‌ای، محتوی نسبی آب و شاخص سطح برگ، موجب کاهش ارتفاع بوته، اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی گردید. این نتایج با یافته‌های تحقیقات قبلی بر روی لوبیا چشم بلبلی کاملاً منطبق است (Silva *et al.*, 2016; Ndiso *et al.*, 2016) از طرف دیگر در این آزمایش مشخص شد که کاربرد خارجی اسید اسکوربیک

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات لوبیا چشم بلبلی تحت تاثیر تنش خشکی و کاربرد اسید اسکوربیک

عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف	میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییرات
				تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف	ارتفاع بوته	شاخص سطح برگ		
۳۵۲/۸۷ ^{ns}	۳۵/۰۶ ^{ns}	۰/۴۳ ^{ns}	۹۰۶/۲۰ ^{ns}	۷/۴۶ ^{ns}	۰/۳۲۶ ^{ns}	۰/۸۸ ^{ns}	۸۱/۸۸ ^{ns}	۲	تکرار
۱۰۶۲۹۴۹/۵۸ ^{**}	۱۷/۰۹ ^{**}	۴/۶۱۵ ^{**}	۱۲۸۴۷/۸۰ ^{**}	۸۷/۱۴ ^{**}	۱/۴۰ ^{**}	۵۶۴/۳۳ ^{**}	۷۷۲/۸۷ ^{**}	۱	آبیاری
۹۳۳/۲۶	۱/۰۸	۰/۱۴۹	۵۴/۶	۳۰	۰/۰۸	۱۶/۲۳	۸/۴۲	۲	خطای a
۱۰۸۲۶۵/۹۹ ^{**}	۱۹/۰۶ ^{**}	۴/۹۰۴ ^{**}	۱۶۹۷۳/۷۷ ^{**}	۲۶/۳۳ ^{**}	۰/۱۶ ^{**}	۱۲۹/۹۸ ^{**}	۹۷۰/۷۶ ^{**}	۶	اسید اسکوربیک
۱۳۵۶/۶۸ ^{**}	۰/۹۱ ^{**}	۰/۱۴۰ ^{**}	۷۴۱/۱۳ ^{**}	۴/۸۵ ^{ns}	۰/۰۹ ^{ns}	۱۸/۹۷ ^{ns}	۳۴/۴۵ ^{ns}	۶	آبیاری × اسید اسکوربیک
۸۷۲/۴۲	۰/۹۹	۰/۳۰۹	۷۲/۴۶	۱۰/۴۹	۰/۰۵	۳۵/۰۸	۱۳/۷۷	۲۴	خطای b
۶/۶۵	۳/۷۴	۵/۴۲	۴/۶۵	۴/۰۲	۶/۹۱	۴/۷۹	۷/۰۷	--	ضریب تغییرات (درصد)

ns و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی تنش خشکی و کاربرد اسید اسکوربیک بر صفات لوبیا چشم بلبل

عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در متر مربع	ارتفاع بوته (cm)	شاخص سطح برگ	محتوی نسبی آب (%)	هدایت روزنه‌ای (mmol m ⁻² s ⁻¹)	تیماز
۶۰۳۲ a	۲۱۱/۰ a	۸/۰۶ a	۱۸۷/۶ a	۵۴/۲۶ a	۳/۷۱ a	۸۴/۲۶ a	۲۷/۲۶ a	عدم تنش
۳۸۴۹ b	۱۹۰/۷ b	۶/۴۱ b	۱۵۲/۶ b	۴۹/۲۲ b	۳/۰۲ b	۷۶/۵۹ b	۱۹/۳۶ b	تنش خشکی
<u>اسید اسکوربیک</u>								
۲۹۸/۳ d	۱۶۸/۷ c	۵/۶۷ c	۹۹/۰ c	۳۷/۲۶ d	۳/۱۸ d	۷۸/۲۵ c	۲۰/۷۱ d	عدم کاربرد
۳۱۳/۰ d	۱۹۱/۹ b	۶/۰۶ c	۱۳۳/۰ bc	۴۰/۱۱ c	۳/۳۰ c	۸۰/۰۸ bc	۲۳/۶۵ c	۱۰۰ ppm
۳۴۸/۲ d	۱۹۳/۶ b	۶/۰۷ c	۱۴۲/۱ b	۴۱/۱۵ c	۲/۴۱ b	۸۱/۳۴ bc	۲۳/۷۳ c	۲۰۰ ppm
۳۷۵/۵ d	۲۰۵/۹ b	۷/۲۵ b	۱۴۹/۳ b	۴۸/۹۰ b	۳/۵۱ ab	۸۲/۲۶ b	۲۶/۰۹ b	۳۰۰ ppm
۴۷۹/۵ c	۲۱۱/۶ b	۷/۴۴ b	۲۱۲/۵ a	۵۰/۲۸ ab	۳/۵۲ ab	۸۴/۲۵ ab	۲۶/۸۴ b	۱۰۰ ppm محلول پاشی
۵۶۴/۱ b	۲۳۱/۷ a	۸/۶۳ a	۲۲۴/۳ a	۵۲/۴۳ ab	۳/۵۸ ab	۸۴/۲۶ ab	۲۷/۲۶ b	۲۰۰ ppm محلول پاشی
۶۶۹/۷ a	۲۳۴/۱ a	۹/۱۵ a	۲۵۰/۵ a	۵۶/۸۷ a	۳/۶۱ a	۸۶/۲۴ a	۲۹/۶۴ a	۳۰۰ ppm محلول پاشی

در هر ستون و در هر تیمار، میانگین‌های دارای حرف مشترک، فاقد تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۴ - مقایسه میانگین اثرات متقابل تنش خشکی و کاربرد اسید اسکوربیک بر صفات لوبیا چشم بلبلی

عملکرد دانه (گرم در متر مربع)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در غلاف	تعداد غلاف در متر مربع	تعداد بوته (cm)	ارتفاع سطح برگ	شاخص نسبی (%) آب	محتوی نسبی (mmol m ⁻² s ⁻¹)	هدایت روزنه‌ای (mmol m ⁻² s ⁻¹)	تیماز	
									اسید اسکوربیک	آبیاری
۲۷۲/۱ de	۱۶۸/۳ f	۵/۲۴ d	۱۰۰/۰ e	۴۳/۰۱ cd	۳/۴۱ c	۸۱/۰۰ c	۲۰/۲۳ de	عدم کاربرد	عدم کاربرد	
۳۱۲/۲ d	۱۷۶/۴ e	۶/۴۲ bc	۱۳۶/۵ d	۴۴/۸۱ c	۳/۵۰ c	۸۱/۳۲ c	۲۱/۰۷ d	۱۰۰ ppm	خیساندن	
۳۶۸/۶ d	۲۰۲/۶ c	۶/۶۸ bc	۱۵۴/۰ cd	۴۸/۰۳ bc	۳/۶۱ b	۸۴/۰۹ bc	۲۴/۸۳ cd	۲۰۰ ppm	خیساندن	
۴۴۲/۴ c	۲۱۰/۹ c	۷/۴۸ b	۱۸۸/۸ b	۴۸/۵۳ bc	۳/۶۵ b	۸۵/۴۶ bc	۲۶/۹۲ c	۳۰۰ ppm	خیساندن	
۵۱۳/۷ b	۲۱۷/۱ c	۷/۵۹ b	۲۲۴/۲ ab	۵۰/۶۶ b	۳/۶۶ b	۸۸/۰۳ b	۳۱/۰۲ bc	۱۰۰ ppm	محلول پاشی	
۶۲۱/۳ ab	۲۴۱/۳ b	۸/۹۴ ab	۲۴۴/۷ ab	۵۵/۳۶ ab	۳/۷۵ ab	۹۰/۲۲ ab	۳۵/۳۶ b	۲۰۰ ppm	محلول پاشی	
۶۹۴/۸ a	۲۴۹/۷ a	۹/۴۲ a	۲۶۹/۰ a	۵۸/۴۹ a	۳/۷۸ a	۹۲/۴۳ a	۳۹/۲۱ a	۳۰۰ ppm	محلول پاشی	
۱۳۴/۴ g	۱۵۲/۲ g	۴/۰۹ e	۹۸/۰ f	۳۴/۲۶ d	۲/۸۱ e	۷۳/۲۱ e	۱۷/۷۴ e	عدم کاربرد	عدم کاربرد	
۱۷۵/۲ f	۱۶۰/۳ f	۵/۲۱ d	۱۱۳/۵ e	۳۷/۳۲ d	۲/۹۸ e	۷۶/۱۷ d	۱۹/۵۲ de	۱۰۰ ppm	خیساندن	
۲۰۲/۳ e	۱۷۱/۲ e	۵/۶۹ d	۱۳۰/۲ d	۴۲/۲۰ cd	۳/۱۶ d	۷۷/۸ d	۲۱/۰۵ d	۲۰۰ ppm	خیساندن	
۲۲۴/۷ e	۱۸۰/۲ d	۶/۱۴ c	۱۴۹/۷ cd	۴۲/۳۶ cd	۳/۱۸ d	۷۹/۰۱ cd	۲۳/۷۷ cd	۳۰۰ ppm	خیساندن	
۳۰۰/۳ d	۱۹۲/۲ d	۶/۲۱ c	۱۶۰/۷ c	۴۵/۷۶ c	۳/۲۹ cd	۸۰/۲۶ c	۲۴/۹۲ cd	۱۰۰ ppm	محلول پاشی	
۴۰۶/۶ c	۱۹۴/۶ d	۷/۰۱ bc	۱۸۴/۲ b	۴۸/۰۳ bc	۳/۳۷ cd	۸۳/۴۴ bc	۲۶/۷۲ c	۲۰۰ ppm	محلول پاشی	
۵۰۰/۸ b	۲۰۹/۳ c	۷/۲۲ b	۲۳۲/۱ ab	۴۹/۰۰ b	۳/۴۳ c	۸۷/۸۶ b	۳۴/۹۱ b	۳۰۰ ppm	محلول پاشی	

در هر ستون، میانگین‌های دارای حرف مشترک، فاقد تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

Journal of American Science, 6(12): 33-44.

Malik, S. and M. Ashraf. 2012. Exogenous application of ascorbic acid stimulates growth and photosynthesis of wheat (*Triticum aestivum* L.) under drought. Soil and Environment, 31(1): 72-77.

Naz, H., N.A. Akram and M. Ashraf. 2016. Impact of ascorbic acid on growth and some physiological attributes of cucumber (*cucumis sativus*) plants under water-deficit conditions. Pakistan Journal of Botany, 48(3): 877-883.

Ndiso, J.B., G.N. Cheminingwa, F.M. Olubayo and H.M. Saha. 2016. Effect of drought stress on canopy temperature, growth and yield performance of cowpea varieties. International Journal of Plant and Soil Science, 9(3): 1-12.

Penella, C., A. Calatayud and J.C. Melgar. 2017. Ascorbic acid alleviates water stress in young peach trees and improves their performance after rewatering. Frontiers in Plant Science, 8: 1627.

Razaji, A., D. Eradatmand Asli and M. Farzanian. 2012. The effects of seed priming with ascorbic acid on drought tolerance and some morphological and physiological characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Annals of Biological Research, 3(8): 3984-3989.

Silva, R.G.G., I.M. Vasconcelos, T.F. Martins, A.L.N. Varela, P.F.N. Souza, A.K.M. Lobo, F.D.A. Silva, J.A.G. Silveira and J.T.A. Oliveira. 2016. Drought increases cowpea (*Vigna*

منابع

Arefi, F., H.R. Ganjali, and M.R.N. Rad. 2016. Influence of drought stress and ascorbic acid on some characteristics of sorghum. International Journal of Agriculture and Biosciences. 5(3): 113-115.

Bakry, A.B., R.E. Abdelraouf, and Ahmed. 2013. Effect of drought stress and ascorbic acid foliar application on productivity and irrigation water use efficiency of wheat under newly reclaimed sandy soil. Elixir Agriculture. 57A: 14398-14403.

Farjam, S., H. Kazemi-Arbat, A. Siosemardeh, M. Yarnia, and A. Rokhzadi. 2015. Effects of salicylic and ascorbic acid applications on growth, yield, water use efficiency and some physiological traits of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under reduced irrigation. Legume Research. 38(1): 66-71.

Farooq, M., M. Irfan, T. Aziz, I. Ahmad, and S.A. Cheema. 2013. Seed priming with ascorbic acid improves drought resistance of wheat. Journal of Agronomy & Crop Science. 199 (1): 12-22.

Hafez, E.M. and H.S. Gharib. 2016. Effect of exogenous application of ascorbic acid on physiological and biochemical characteristics of wheat under water stress. International Journal of Plant Production. 10(4): 579-596.

Khalil, S.E., N.G. Abd El- Aziz and B.H. Abou Leila. 2010. Effect of water stress, ascorbic acid and spraying time on some morphological and biochemical composition of *Ocimum basilicum* plant.

chlorophyll a chlorophyll b, total chlorophyll, carotenoids, hydrogen peroxide, leaf temperature and leaf relative water content under drought stress in grapes. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 3: 178-184.

unguiculata [L.] Walp.) susceptibility to cowpea severe mosaic virus (CPSMV) at early stage of infection. *Plant Physiology and Biochemistry*, 109: 91-102.

Zonouri, M., T. Javadi, N. Ghaderi and S. Mahmud Khoshesh. 2014. Effect of foliar spraying of ascorbic acid on

Cowpea response to ascorbic acid application under drought stress conditions

A. Davoudi¹, O. Sadeghipour^{2*}, H.R. Tohidi Moghadam³

1. M.Sc. Graduate, Department of Agronomy, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre -Rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Department of Agronomy, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre- Rey Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

3. Department of Agronomy, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran.

Abstract

In order to study the response of cowpea (cv. Kamran) to ascorbic acid application under drought stress conditions, an experiment was carried out in the research field of the Islamic Azad University, Yadegar-e-Imam Khomeini (RAH) Shahre Rey Branch. The experiment was conducted in the form of split-plot at the basis of randomized complete block design with 3 replications. The main plots were comprised of 2 irrigation levels including irrigation after 50 and 100 mm evaporation from class A evaporation pan as normal and water stress conditions, respectively. The sub plots were also included of 7 levels of ascorbic acid application including (1) no-application, (2) seeds soaking in 100 ppm ascorbic acid for 12 h, (3) seeds soaking in 200 ppm ascorbic acid for 12 h, (4) seeds soaking in 300 ppm ascorbic acid for 12 h, (5) foliar application of 100 ppm ascorbic acid at the vegetative and reproductive stages, (6) foliar application of 200 ppm ascorbic acid at the vegetative and reproductive stages, (7) foliar application of 300 ppm ascorbic acid at the vegetative and reproductive stages. Results showed that drought stress decreased stomatal conductance and gas exchanges, relative water content, leaf area index, plant height, yield and yield components of cowpea. Nonetheless, exogenous application of ascorbic acid, especially foliar application of 300 ppm, increased all the mentioned traits under drought stress conditions. Therefore, exogenous applied ascorbic acid as useful method can be used for improving drought tolerance of cowpea.

Keywords: Ascorbic acid, Water deficit stress, Foliar application, Seed soaking

* Corresponding author (Sadeghipour@iausr.ac.ir)