

تأثیر پرایمینگ سالیسیلیک اسید بر برخی صفات مورفولوژیک
لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata L.*) تحت
تنش کم آبی در مرحله غلاف‌بندی

فرید شکاری^{۱*}

آرش پاک مهر^۲

مهدی راستگو^۱

جلال صبا^۱

مریم وظایفی^۲

اسماعیل زنگانی^۲

تاریخ دریافت ۸۸/۳/۲۰

تاریخ پذیرش ۸۹/۵/۲

چکیده

به منظور بررسی تأثیر پرایمینگ سالیسیلیک اسید بر برخی صفات مورفولوژیک لوبیا چشم‌بلبلی رقم پرستو، تحت تنش کم آبی در مرحله تشکیل غلاف، آزمایشی در قالب طرح اسپلیت بلوک با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان انجام گردید. تیمارهای آزمایشی شامل آبیاری به عنوان عامل اصلی در دو سطح (آبیاری کامل تنش کم آبی در زمان غلاف‌بندی) و پرایمینگ بوسیله سالیسیلیک اسید، به عنوان عامل فرعی در پنج سطح (صفر، ۹۰۰، ۱۸۰۰، ۲۷۰۰ و ۳۶۰۰ میکرومولار) بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری بر روی کلیه صفات مورد مطالعه به جزء ارتفاع گیاه معنی‌دار بود. اثر

*۱. آدرس مکاتبه کننده: دانشگاه زنجان-کیلومتر ۶ جاده تبریز-دانشکده کشاورزی. faridshekari@yahoo.com

۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت

۳. کارشناس ارشد زراعت، دانشگاه زنجان

سالیسیلیک‌اسید روی تمام صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. مقایسات میانگین نشان داد که تعداد، سطح و وزن خشک برگ، عملکرد و اجزای عملکرد دانه در شرایط تنش کم‌آبی در مقایسه با شرایط آبیاری منظم کاهش یافت. صفات مذکور در بذور پرآبیم شده با سالیسیلیک‌اسید، در مقایسه با بذور پرآبیم نشده افزایش یافت. بذور پرآبیم شده با دز ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید وضعیت مطلوبی را از نظر کلیه صفات فوق در مقایسه با سایر تیمارها در شرایط آبیاری و تنش کم‌آبی به خود اختصاص دادند. پرایمینگ بذور با سالیسیلیک‌اسید توانست شاخص سبز شدن، درصد سبز کردن و سطح برگ را در گیاهان پرآبیم شده افزایش دهد و با کاهش تعداد روز تا گلدهی و روز تا غلاف‌بندی باعث افزایش عملکرد دانه در هر دو شرایط آبیاری شود. به طوری که بذور پرآبیم شده با دز ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید، بیشترین عملکرد دانه (۴۴۲۴-۲۴۷۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در تیمار آبیاری و تنش کم‌آبی) را داشتند.

کلمات کلیدی: لوبیا چشم بلبلی، سالیسیلیک‌اسید، پرایمینگ، تنش کم‌آبی، عملکرد و اجزاء

عملکرد

مقدمه

در محیط‌های طبیعی گیاهان دستخوش انواع تنشها می‌شوند که اثرات منفی بر روی رشد آنها دارند. دما، نور، آب قابل دسترس و... از جمله عوامل غیرزنده‌ای می‌باشند که به طور موثر بر رشد گیاهان اثر می‌گذارند. از میان این عوامل، خشکی بزرگترین عامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی است (Reddy et al. 2004). تنش خشکی به منزله کمبود آب در گیاه بوده و این وضعیت هنگامی ایجاد می‌شود که میزان تعرق از میزان جذب آب بیشتر باشد (Bray. 1997). گیاهان به تنش خشکی در سطوح فیزیولوژیکی، سلولی و مولکولی پاسخ می‌دهند. این پاسخ به گونه و ژنوتیپ گیاه (Rampino et al. 2006) طول دوره و شدت کمبود آب (Araus et al. 2001) و سن و مرحله نموی (Zhu et al. 2005) بستگی دارد.

لوبیا چشم بلبلی یک لگوم یکساله تابستانه است که در دامنه وسیعی از بافت‌های خاک از رسی سنگین گرفته تا شنی، بخوبی به عمل می‌آید. بهترین رشد این گیاه در خاک‌های

اسیدی ضعیف تا قلیایی ضعیف ($\text{pH} = 5/5 - 8/3$) است (Valenzuela and Smith. 2002) سازگاری به خشکی در لوبیا چشم‌بلبلی وابسته به حداقل رسانیدن تلفات آب بوسیله کنترل شکاف روزنه است (De Carvalho et al. 1998). طبق مطالعات انجام شده، اثبات شده که لوبیا چشم‌بلبلی قادر به نگهداری پتانسیل آب برگ‌ها بالا یا محتوای رطوبت نسبی برگ‌ها بالا، طی تنش کم‌آبی است. بنابراین از پسابیدگی بافت جلوگیری می‌کند (Souza et al. 2004).

سالیسیلیک اسید یک ترکیب فنلی است که در گیاهان بوسیله سلول‌های ریشه تولید می‌شود. این ماده در گیاهان در مقادیر کم (میلی‌گرم بر گرم وزن تر یا کمتر) وجود دارد (Raskin. 1992) که هم به فرم آزاد و هم به فرم گلیکوزیل دیده می‌شود (Lee et al. 1995). سالیسیلیک اسید، نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل رشد، تکامل گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه‌زنی بسته به غلظت بکار رفته، گونه، دوره رشدی و شرایط محیطی، ایفاء می‌کند. این ماده همچنین به عنوان یک سیگنال مولکولی مهم در نوسانات گیاهی در پاسخ به تنش‌های محیطی شناخته شده است (Senaranta et al. 2000).

پرایمینگ بذر عبارت است از آبنوشی کنترل شده پیش از کاشت بذر و به دنبال آن پسابیدگی بذر است، یک شیوه معمول برای افزایش سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن تحت شرایط تنش و غیرتنش می‌باشد (Ashraf and Foolad. 2005). انواع پرایمینگ شامل اسموپرایمینگ، هالوپرایمینگ، هیدروپرایمینگ، ماتریکپرایمینگ، ترموپرایمینگ، بیوپرایمینگ و پرایمینگ بذر با هورمون‌های رشد گیاهی می‌باشد (Ashraf and Foolad. 2005). در طی پرایمینگ، بذر‌ها معمولاً در معرض یک پتانسیل آب بیرونی که به قدر کافی برای ممانعت از جوانه‌زنی کافی است، اما اجازه رخ دادن مراحل بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی قبل از جوانه‌زنی را می‌دهد، قرار می‌گیرند. بذرهای تیمار شده هنگامی که در محیط جوانه‌زنی مناسب قرار می‌گیرند بسیار سریع‌تر از بذرهای تیمار نشده جوانه خواهند زد. جوانه‌زنی سریع بذر و سبز شدن یکنواخت در استقرار موفق گیاهان تحت شرایط تنش و غیرتنش ضروری است (Bradford. 1986). اثر تحریک‌کنندگی سالیسیلیک اسید بر جوانه‌زنی بذر، توسط برخی از محققین نیز گزارش شده است (Shakirova. 2003؛ El-Tayeb. 2005).

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر پرایمینگ سالیسیلیک اسید بر برخی صفات مورفولوژیک لوبیا چشم‌بلبلی در مرحله سبز شدن و غلاف‌بندی می‌باشد، همچنین تعیین

اینکه چه غلظتی از پرایم با سالیسیلیک‌اسید می‌تواند تحمل به تنش خشکی را در مرحله غلاف بندی، در گیاه مذکور القاء کند.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان، در عرض شمالی ۴۱°، ۳۶°، طول شرقی ۲۷°، ۴۸°، و ارتفاع ۱۶۲۰ متر از سطح دریا انجام شد. در این تحقیق از گیاه لوبیاچشم بلبلی (*Vigna unguiculata L.*) رقم پرستو که از مرکز تحقیقات صفی‌آباد دزفول با قوه نامیه نزدیک به ۱۰۰ درصد تهیه شده بود، استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل آبیاری به عنوان عامل اصلی در ۲ سطح (آبیاری کامل- تنش کم آبی در زمان غلاف بندی) و پیش تیمار بوسیله سالیسیلیک‌اسید، به عنوان عامل فرعی در پنج سطح (صفر، ۹۰۰، ۱۸۰۰، ۲۷۰۰ و ۳۶۰۰ میکرومولار) انجام گردید. جهت انجام پرایمینگ پس از تهیه دوزهای مختلف سالیسیلیک‌اسید، بذور لوبیا چشم بلبلی به مدت چهار ساعت در دمای ۴°C تحت تیمارهای ذکر شده از سالیسیلیک‌اسید قرار گرفتند. سپس بذور خشک شده و پس از ضدعفونی با قارچ‌کش ویتاواکس، جهت کاشت به مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی منتقل شدند. آزمایش در قالب طرح اسپلیت بلوک با سه تکرار انجام شد. هر کرت شامل پنج ردیف کاشت به طول ۴ متر و با فواصل ۰/۵ متر بود. فاصله بین ردیف و روی ردیف‌های کاشت به ترتیب ۵۰ و ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از کاشت بذور لوبیا چشم بلبلی، آبیاری بوته‌ها هر ۷ روز یکبار انجام گرفت. اعمال تنش آبی در مرحله غلاف‌بندی براساس تبخیر انجام شده از تشتک تبخیر به میزان ۱۰۰ میلی‌متر انجام گردید و سپس عمل آبیاری کرت‌های مربوطه اجرا گردید. پس از سبز کردن و استقرار بوته‌ها در مراحل مختلف، نمونه‌برداری و جمع‌آوری داده‌ها بصورت زیر انجام گرفت.

شاخص سبز کردن و درصد سبز کردن

برای اندازه‌گیری این صفات تعداد بذور سبز شده در هر روز در هر واحد آزمایشی شمارش گردید. پس از ثابت ماندن تعداد گیاهچه در هر کرت در صد سبز، و سپس با استفاده از معادله ۱ شاخص سبز کردن (Emergence Index) محاسبه گردید (شکاری، ۱۳۸۰).

$$(EI = (dn \times E^1) + (dn-1 \times E^2) + \dots + (dn - (n-1) \times E_n) \text{ (معادله ۱)})$$

dn = آخرین روزی که بذور سبز کردند و تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده در کرت مربوط بصورت ثابت باقی ماند، E_n = تعداد بذور سبز کرده در همان روز. در رابطه فوق هر قدر تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده در روزهای اولیه بیشتر باشد با ضرب شدن در آخرین روزی که تعداد گیاهچه‌های سبز شده در کرت مورد نظر ثابت باقی مانده، عدد بزرگتری در مقایسه با کرت‌ها یا تیمارهایی که دیرتر یا با سرعت کمتری گیاهچه‌های خود را ظاهر می‌کنند، بدست خواهد آمد. به این ترتیب می‌توان سرعت سبز کردن را بدست آورد که می‌تواند به عنوان معیاری از قدرت بذر و گیاهچه بکار رود.

روز تا گلدهی: تعداد روزها، از زمان کاشت بذر تا زمانی که ۵۰ درصد گل‌های بوته‌ها باز شدند، شمارش شد.

روز تا غلافبندی: تعداد روزها، از زمان کاشت بذر تا زمانی که ۵۰ درصد غلاف‌های بوته‌ها تشکیل شدند، شمارش شد.

ارتفاع گیاه

پس از خاتمه اعمال تنش در زمان غلافبندی، از هر کرت ۵ بوته به طور تصادفی انتخاب شد و از محل برگ لپهای تا انتهای بوته، برحسب سانتیمتر با خط‌کش اندازه‌گیری شد و میانگین آنها به عنوان ارتفاع بوته منظور شد.

سطح برگ، تعداد برگ و وزن خشک برگهای بوته

برای اندازه‌گیری سطح برگ از دستگاه Leaf area meter (مدل VM-۹۰۰ E/K) استفاده شده سطح برگ در هر واحد آزمایشی در مرحله پس از خاتمه اعمال تنش اندازه‌گیری شد. برای این منظور در مساحت ۱/۵ متر مربع کرتها ۳ بوته تصادفی برداشت شد و بلافاصله در داخل کیسه‌های نایلونی به آزمایشگاه منتقل و سپس در آزمایشگاه پس از جدا کردن برگها از ساقه‌ها، تعداد برگها شمارش و سطح برگ بوته‌های مذکور با دستگاه مذکور اندازه‌گیری شد. نهایتاً جهت اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس در آون قرار گرفتند.

عملکرد و اجزای عملکرد دانه

برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، پس از رسیدگی فیزیولوژیکی دانه‌ها، در سطح ۱/۵ متر مربع از واحدهای آزمایشی، بوته‌ها برداشت و پس از اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک، غلافهای کلیه بوته‌ها در سطح مذکور کوبیده شده و دانه‌های بدست آمده با ترازوی دقیق توزین و به صورت عملکرد دانه در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار) ثبت شدند. جهت اندازه‌گیری اجزای عملکرد، از هر واحد آزمایشی ۱۰ بوته بطور تصادفی انتخاب و اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰ دانه اندازه‌گیری شد.

جهت آنالیز آماری داده‌های جمع‌آوری شده، از نرم‌افزار آماری MSTATC استفاده شد و میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. نرمال بودن توزیع داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار Minitab آزمون شد و با توجه به نرمال بودن توزیع داده‌ها تبدیلی صورت نگرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات شاخص سبز شدن، درصد سبز کردن، روز تا گلدهی و روز تا غلاف‌بندی در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در جدول ۱ آمده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در قالب طرح اسپلیت بلوک در جدول ۲ آمده است. اثر آبیاری بر روی کلیه صفات جزء ارتفاع گیاه معنی‌دار بود. اینکه ارتفاع بوته تحت تأثیر سطوح آبیاری قرار نگرفت، احتمالاً مربوط به زمان اعمال تنش خشکی می‌باشد. زیرا بخش عمده‌ای از رشد و ارتفاع در مرحله رویشی انجام می‌گیرد. در نتیجه با توجه به اینکه تنش با شروع غلاف‌بندی اعمال شده چنین نتیجه‌ای دور از انتظار نیست. همچنین به گفته (2001) Mrah رشد ساقه کمتر تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد، زیرا محتوای نسبی آب ساقه تحت شرایط تنش ممکن است فقط تا ۸۳ درصد کاهش یابد و این در حالی است که ممکن است محتوای آبی اندام‌های دیگر نظیر برگ و ریشه، تا ۵۸۵۷- درصد کاهش یابد. (2007) Grzesiak etal نیز گزارش کردند که کاهش ارتفاع زمانی رخ می‌دهد که گیاه در طول مرحله رویشی در معرض خشکی قرار گیرد.

جدول ۱ - تأثیر پرایمینگ سالیسیلیک اسید روی صفات مورد مطالعه

لوبیا چشم بلبلی

میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص سبز	درصد سبز	روز تا گلدهی	روز تا غلافبندی	تکرار
تکرار	۲	۳۳۸۹۹۹۰ / ۹ [*]	۵۲۰ / ۶ ^{**}	۷۷ / ۰۶۷ ^{**}	۳۷۷ / ۸۶۷ ^{**}	
سالیسیلیک اسید	۴	۷۱۸۷۸۷۱ / ۶ ^{**}	۳۳۹ / ۶ ^{**}	۲۱ / ۲۳۳ ^{**}	۵۹ / ۱ ^{**}	
اشتباه آزمایشی	۸	۷۳۴۱۲۶ / ۳	۳۱ / ۵	۰ / ۹۸۳	۴ / ۲	
ضریب تغییرات (درصد)		۹ / ۳۵	۷ / ۱۵	۱ / ۱۶	۲ / ۱۵	

ns ، * و ** : به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱.

جدول ۲ - تأثیر پرایمینگ سالیسیلیک اسید و تنش کم آبی روی صفات مورد مطالعه لوبیا چشم بلبلی

در مرحله غلافبندی

میانگین مربعات							
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد برگ	سطح برگ	وزن خشک برگ	تعداد غلاف در شاخه اصلی	تعداد غلاف در شاخه های فرعی
تکرار	۲	۷۸/۷۱	۱۱/۸۱ [*]	۱۳۹۲۹/۴	۳/۷۹۲	۲/۲۳ [*]	۶۴/۳۴ [*]
آبیاری (A)	۲	۲۱/۲۷۷	۱۲۴۶/۲۷ ^{**}	۱۳۶۲۰۷۹/۷ ^{**}	۴۲۱/۵۳ ^{**}	۳۱/۳۸ ^{**}	۴۶۱/۲۸ [*]
اشتباه آزمایشی ۱	۴	۵/۳۹۳	-/۷۷۷	۴۶۲۸/۵	-/۱۳۵۵	۰/۰۷	۱/۸۴
سالیسیلیک اسید (B)	۴	۲۷/۹۵ ^{**}	۲۵۹/۱۹۶ ^{**}	۳۴۰۸۴۸/۶ ^{**}	۱۱۲/۶۲۵ ^{**}	۳/۸۷ ^{**}	۲۱/۵۶ ^{**}
اشتباه آزمایشی ۲	۸	۳/۰۳۱	۱۱/۲۱۱	۱۹۲۰/۱۲	۷/۲۵۶	-/۱۶	۱/۴۷
اثر متقابل (A×B)	۸	۱/۲۲۱	۴۲/۱۳ ^{**}	۶۶۶۰۵	۳۷/۱۵ ^{**}	۰/۳۰ [*]	۵/۸۶ [*]
اشتباه آزمایش کل	۶۱	۱/۵۰۹	۳/۳۳	۲۱۴۳۴/۶	۱/۹۶۸	۰/۰۷۷	۱/۳۹
ضریب تغییرات (درصد)		۲/۴۳	۵/۸۷	۱۲/۸۹	۸/۸۰	۷/۱۴۶	۱۷/۰۱

ns ، * و ** : به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱.

ادامه جدول ۲

میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه در غلاف شاخه اصلی	تعداد دانه در غلاف شاخه های فرعی	وزن ۱۰۰ دانه غلاف شاخه اصلی	وزن ۱۰۰ دانه غلاف شاخه های فرعی	عملکرد دانه
تکرار	۲	۵۰ / ۲۳*	۰ / ۲۳	۸ / ۲۸	۷ / ۰۸	۸۵۸۹۹ / ۲۲*
آبیاری (A)	۲	۲۲۴ / ۲۴**	۹۸ / ۰۶**	۲۵۱ / ۲۲**	۱۹۲ / ۲۲*	۱۳۵۶۸۲۳۸ / ۵**
اشتباه آزمایشی ۱	۴	۱ / ۴۴	۰ / ۵۸	۱ / ۶۴	۶ / ۸۶	۴۵۸۴ / ۲
سالیسیلیک اسید (B)	۴	۹ / ۲۲**	۳ / ۵۳**	۷ / ۳**	۱۳ / ۵۸**	۴۰۰۵۸۰۶ / ۶۴**
اشتباه آزمایشی ۲	۸	۰ / ۷۹	۰ / ۴۳	۰ / ۱	۱ / ۴۸	۹۴۲۴ / ۱۷
اثر متقابل (A×B)	۸	۱ / ۶۵	۰ / ۱۱	۰ / ۶۳**	۰ / ۲	۱۸۲۶۰۰ / ۱۵**
اشتباه آزمایش کل	۱۶	۱ / ۰۳	۰ / ۲۱	۰ / ۰۸	۱ / ۱۳	۶۴۷۲ / ۷۱
ضریب تغییرات (درصد)		۹ / ۱	۶ / ۱۶	۱ / ۲۲	۴ / ۵۲	۳ / ۴۱

اثر سالیسیلیک اسید بر روی کلیه صفات معنی دار بود و از سوی دیگر اثر متقابل آبیاری × سالیسیلیک اسید تنها برای تعداد برگ های بوته، وزن خشک برگ های بوته، تعداد غلاف در شاخه اصلی و فرعی، وزن ۱۰۰ دانه در غلاف شاخه اصلی و عملکرد دانه معنی دار بود. مقایسه میانگین تیمارهای مورد آزمایش برای صفات مورد مطالعه در جدول های ۳، ۴ و شکل های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ آمده است.

جدول ۳ - مقایسه میانگین تأثیر سطوح آبیاری روی صفات

مورد مطالعه لوبیا چشم بلبلی در مرحله غلاف بندی

صفه تیمار	سطح برگ (سانتیمتر مربع)	تعداد دانه در غلاف شاخه اصلی	تعداد دانه در غلاف شاخه های فرعی	وزن ۱۰۰ دانه در غلاف شاخه فرعی
آبیاری کامل	۱۹۵ / ۱۳۴۹ a	۱۳ / ۹۱۳ a	۹ / ۴۱ a	۲۶ / ۶۴ a
تنش در زمان غلاف بندی	۹۲۳ / ۰۳۷b	۸ / ۴۴۵ b	۵ / ۷۹۴b	۲۰ / ۸۵ b

* میانگین های با حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف

معنی دار ندارند.

جدول ۴ - مقایسه میانگین تأثیر سالیسیلیک اسید روی صفات

مورد مطالعه لوبیا چشم بلبلی قبل از اعمال تنش

روز تا غلاف بندی	روز تا گلدهی	در صد سبز کردن	شاخص سبز کردن	صفت سالیسیلیک اسید میکرومولار)
۱۰۰/۷d	۸۹ d	۴۶/۷۸ c	۷۴۲۲ d	۰
۸۹/۳۳dc	۸۷/۳۳cd	۲۷/۶۴ bc	۷۸۳۲ cd	۹۰۰
۹۴/۶۷bc	۸۵/۷۶bc	۵۶/۸۰ b	۹۴۳۴ bc	۱۸۰۰
۸۹/۶۷a	۸۲ a	۸۸/۹۲ a	۱۱۱۹۰ a	۲۷۰۰
۹۲/۳۳ba	۴۸/۶۷b	۲۸/۲۶ b	۹۹۵۰ ab	۳۶۰۰

* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون، در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۵ - مقایسه میانگین تأثیر سالیسیلیک اسید روی صفات

مورد مطالعه لوبیا چشم بلبلی تحت تنش کم آبی در مرحله غلاف بندی

وزن ۱۰۰ دانه در شاخه‌های فرعی غلاف	تعداد دانه در غلاف شاخه فرعی	تعداد دانه در غلاف شاخه اصلی	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	ارتفاع (سانتی‌متر)	صفت سالیسیلیک اسید (میکرومولار)
۲۱/۴۸ d	۶/۵۵۳ d	۹/۳۲۸ c	۷۶۴/۸ c	۴۷/۸۲ d	۰
۲۲/۸۷ cd	۷/۲۱۸ c	۱۱/۱۰ b	۱۰۹۸ b	۴۹/۲۷ cd	۹۰۰
۲۴/۶۶ ab	۷/۷۴۸ bc	۱۰/۸۸ b	۱۲۵۳ ab	۵۰/۸۱ bc	۱۸۰۰
۲۵/۳۰ a	۸/۶۰۸ a	۱۲/۵۷ a	۱۴۰۸ a	۵۳/۴۳ a	۲۷۰۰
۲۳/۵۱ bc	۷/۸۸۲ b	۱۲/۰۲ ab	۱۱۵۷ b	۵۱/۶۲ b	۳۶۰۰

* میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

شاخص سبز کردن و درصد سبز کردن

با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴)، مشخص شد پرایمینگ با سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش هر دو صفت در مقایسه با بذور تیمار نشده یا شاهد گردید. بیشترین شاخص و درصد سبز کردن مربوط به بذوری بود، که با دز ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید، پرایم شده بودند. از لحاظ شاخص سبز کردن، بذور پرایم شده با دز ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید، اختلاف معنی‌داری با بذور پرایم شده با دز ۳۶۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید نداشتند، ولی اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها نشان دادند. از لحاظ درصد سبز کردن، بذور پرایم شده با دز ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید، بیشترین مقدار و اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها نشان دادند. کمترین شاخص و درصد سبز کردن بذور مربوط به بذور شاهد بود.

روز تا گلدهی و روز تا غلاف بندی

با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴)، بیشترین تعداد روز تا گلدهی، مربوط به بذور شاهد بود، که از این لحاظ اختلاف معنی‌داری با بذور پرایم شده با دز ۹۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید نداشت. کمترین تعداد روز تا گلدهی را بذور پرایم شده با دز ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید، دارا بودند، که اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها داشت. همچنین بیشترین تعداد روز تا غلاف‌بندی، مربوط به بذور شاهد بود، که از این لحاظ اختلاف معنی‌داری با بذور پرایم شده با دز ۹۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید نداشت. کمترین تعداد روز تا گلدهی را بذور پرایم شده با دز ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید، دارا بودند، که اختلاف معنی‌داری با بذور پرایم شده با دز ۳۶۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید نداشتند.

تاریخ گلدهی مناسب عامل مهمی برای به حداکثر رساندن عملکرد و سازگاری در شرایط خشک می‌باشد (Richards et al. 2001). برای مثال در محیط‌هایی که دما بعد از گرده‌افشانی افزایش می‌یابد، گلدهی زودتر موجب بالا رفتن کارایی مصرف آب و در نتیجه شاخص برداشت بالاتر و شاید عملکرد بالاتر شود، ولی اگر گلدهی زودتر نیز باعث کاهش رشد قبل از گرده‌افشانی شود، با وجود شاخص برداشت بالا، عملکرد افزایش پیدا نخواهد کرد (Richards et al. 2001). تاثیر سالیسیلات‌ها روی فرایندهای گلدهی توسط محققین مختلف مورد بررسی قرار گرفته

است. در یک نژاد روز بلند، *Lemna gibba L* گزارش گردید که سالیسیلیک اسید نقش تنظیم کننده رشد (Dekock et al. 1974) و همچنین القاء گلدهی را بازی می‌کند (Cleland and Ajami, 1974). کاربرد سالیسیلیک اسید روی شاخ و برگ سویا نیز جوانه گل و تشکیل نیام را حدود ۲-۵ روز تسریع می‌کند، این مطالب دانشمندان را به این نتیجه که سالیسیلیک اسید همانند یک تنظیم کننده داخلی گلدهی است، رهنمون می‌سازد (Kumar et al. 1999). در مطالعه حاضر نیز پرایمینگ بذور با سالیسیلیک اسید موجب کاهش تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا غلاف‌بندی در گیاهان تیمار شده تا حدود ۷ روز گردید، که این امر می‌تواند علاوه از تأثیر مطلوب سالیسیلیک اسید در پیام‌رسانی و تحریک گلدهی و غلاف‌بندی، روی جوانه‌زنی، سرعت سبز کردن و نهایتاً رشد بهتر گیاه باشد.

ارتفاع گیاه

با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵)، بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به بذوری بود که با دز ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید پرایم شده بودند. کمترین ارتفاع گیاه نیز مربوط به تیمار شاهد بود.

به گفته Mrah (2001) تحت شرایط تنش خشکی ذخایر ساقه برای پر شدن کامل دانه لازمند و پتانسیل لازم برای ذخیره مواد در ساقه بستگی به طول ساقه دارد و ذخایر تجمع یافته در ساقه قبل از گرده‌افشانی می‌تواند در برخی گیاهان برای پر شدن دانه، علاوه بر اسیمیلات‌های حاضر مورد استفاده قرارگیرد و در نتیجه در بالا رفتن شاخص برداشت نقش داشته باشد (Chaves et al. 2003)، هر چند که این صفت به تنهایی نمی‌تواند تعیین کننده عملکرد باشد. (subhani and chowbhry (2001) گزارش کردند، گیاهانی که کاهش بیشتری در ارتفاع تحت تنش خشکی نشان می‌دهند به میزان بیشتری تحت تنش خشکی قرار می‌گیرند و ارتفاع گیاه می‌تواند به عنوان نوعی پاسخ به خشکی به عنوان معیاری، جهت تشخیص ژنوتیپ‌های متحمل از حساس و انتخاب آنها برای محیط‌های خشک مورد استفاده قرار گیرد (Zou et al. 2007).

در برخی گونه‌های گیاهی، پرایمینگ بذر با مواد رشدی، نشان داده که اثرات مضر تنش

را روی رشد و عملکرد نهایی، تخفیف می‌دهد (Ashraf and Foolad, 2005). برای مثال پرایمینگ بذور گندم با سالیسیلیک‌اسید، ارتفاع بوته، وزن خشک و تر ساقه و برگ‌ها، تحت شرایط خشکی را افزایش داد. همچنین زمانی که بذور گندم در استیل سالیسیلیک‌اسید خیسانده شدند، گیاهان مقاومت بهتری به تنش خشکی نشان دادند (Hamada and Al-Hakimi, 2001). خیساندن در ۱۰۰ ppm استیل سالیسیلیک‌اسید، برای ۶ ساعت قبل از کاشت، نه تنها تأثیرات ممانعت‌کنندگی خشکی را کاهش داد، بلکه تأثیر تحریک‌کنندگی هم بر افزایش وزن خشک، هم در قسمت‌های هوایی و هم ریشه‌ها داشت (Hamada, 1998).

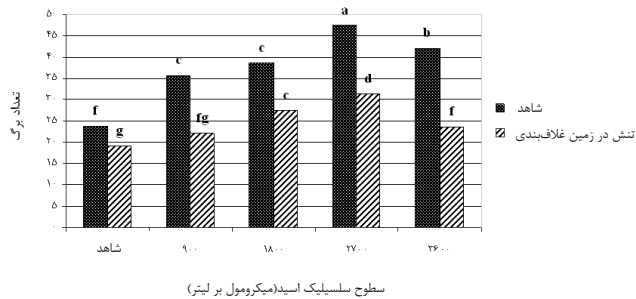
با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها به نظر می‌رسد، دزهایی از تیمارهای سالیسیلیک‌اسید، که باعث افزایش ارتفاع گیاه تحت شرایط نرمال و خشکی گشته‌اند، نهایتاً می‌توانند عملکرد بهتری تولید نمایند. به دلیل اینکه مقدار قندهای ساقه که در شرایط تنش در مرحله پر شدن به دانه، جهت جبران فتوسنتز محدود شده، انتقال می‌یابند، بستگی به ارتفاع گیاه دارد و کوتاه بودن ارتفاع می‌تواند این مورد را محدود کند (Yang et al. 2001).

سطح برگ، تعداد برگ و وزن خشک برگ‌های بوته

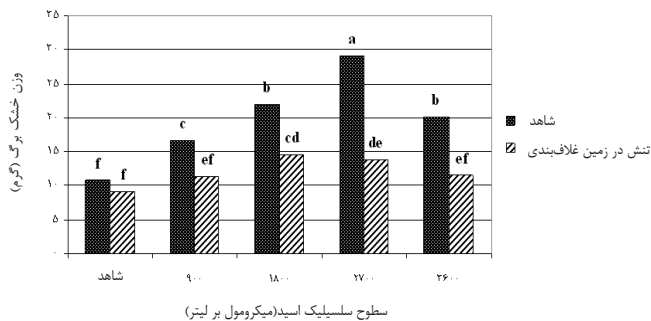
با توجه به جدول مقایسات میانگین (جدول ۵) در بین تیمارها، بذور پرایم شده با دز ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید، بالاترین سطح برگ را به خود اختصاص داد و کمترین سطح برگ مربوط به تیمار شاهد بود که اختلاف معنی‌داری با بذور پرایم شده با دز ۹۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید نداشت.

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، بذور پرایم شده با دز ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید، بیشترین تعداد برگ را در شرایط آبیاری دارا بودند. در صورتی که کمترین تعداد برگ مربوط به تیمار شاهد در زمان اعمال تنش در مرحله غلاف‌بندی بود.

با توجه به شکل ۲، بذور پرایم شده با دز ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید، بیشترین وزن خشک برگ را در شرایط آبیاری دارا بودند. در صورتی که کمترین تعداد برگ مربوط به تیمار شاهد در زمان اعمال تنش در مرحله غلاف‌بندی بود.



شکل ۱ - اثر متقابل سالیسیلیک اسید و تنش کم آبی روی تعداد برگ (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند)



شکل ۲ - اثر متقابل سالیسیلیک اسید و تنش کم آبی روی وزن خشک برگ (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند)

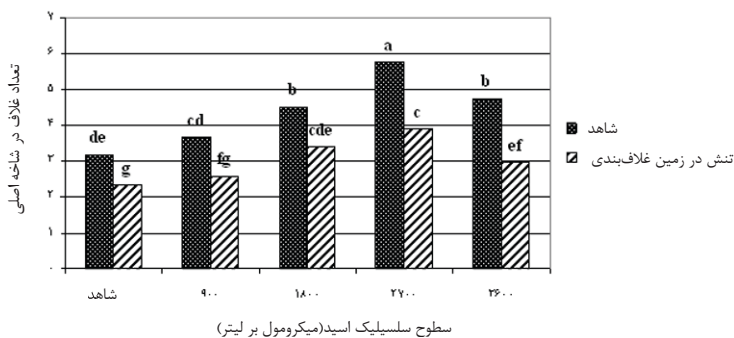
توسعه برگ از جمله حساس‌ترین فرآیندهایی است که بوسیله کمبود آب تحت تأثیر قرار می‌گیرد. مطالعات نشان می‌دهد که خشکی سبب کوچک‌تر شدن سلول‌ها و کاهش تعداد سلول‌های تولیدی به وسیله مریستم‌ها می‌شود (Tardieu et al. 2000). آنیا و هرزوغ (۲۰۰۴) گزارش کردند که تنش خشکی، سطح ویژه برگ (SLA) و نسبت سطح برگ (LAR) لوبیا چشم‌بلبلی را بطور متوسط در حدود ۵-۲۰ درصد و سطح برگ و تعداد برگ‌ها را ۴۰-۵۰

درصد کاهش می‌دهد. Porwanto, 2003 بیان کردند که تولید ماده خشک گیاه ارتباط قوی با سطح برگ و سرعت فتوسنتز برگ دارد و برای رسیدن به سرعت بالاتر تولید ماده خشک لازم است که سرعت فتوسنتز با حفظ سطح برگ در سرتاسر فصل رشد بالا نگه‌داشته شود. از طرفی حفظ سطح برگ بیشتر در طول دوره‌های تنش بسیار مهم است، از این جهت که کربن بیشتری جهت فتوسنتز جذب می‌شود. cassto et al, 1997 گزارش کردند که در باقلا در تیمارهای تحت تنش، شاخص سطح برگ در شروع پر شدن دانه، عملکرد را تعیین می‌کند و هر چه شاخص سطح برگ در شرایط تنش بهتر حفظ شود، عملکرد دانه بیشتر خواهد شد. انتخاب براساس سطح برگ و بیوماس در گیاه تحت شرایط تنش خشکی پتانسیل عملکرد را در ذرت نیز افزایش داد (Agric et al. 2007).

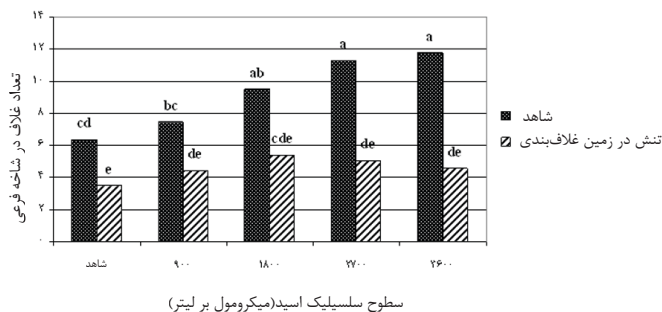
مارتین - مکس و لارکوا - ساودرا (۲۰۰۱) گزارش کردند که در گیاهان زینتی مثل گلوکسینیا (Gloxinia) و بنفشه (Violet)، سالیسیلیک‌اسید تعداد برگ‌های تشکیل شده را افزایش داد، بطوریکه سطح برگ گیاهان تیمار شده، ۱۰ درصد بیشتر از گیاهان شاهد بود. در مطالعه حاضر، اعمال تنش کم آبی در زمان شروع غلاف‌بندی، باعث کاهش سطح برگ (جدول ۴)، تعداد و وزن خشک برگ گیاهان شد (شکل ۱ و ۲)، که با نتایج بالا مطابقت دارد و گیاهان تیمار شده با سالیسیلیک‌اسید در شرایط تنش و نرمال در مقایسه با گیاهان تیمار نشده سطح برگ، تعداد و وزن خشک برگ بیشتری داشتند.

عملکرد و اجزای عملکرد دانه

همانطور که در شکل ۳ و ۴ مشاهده می‌شود. بذور پرایم شده با دز ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید، بیشترین تعداد غلاف در شاخه اصلی و فرعی را در شرایط آبیاری دارا بودند. در صورتیکه کمترین تعداد غلاف در شاخه اصلی مربوط به تیمار شاهد در زمان اعمال تنش در مرحله غلاف‌بندی بود.



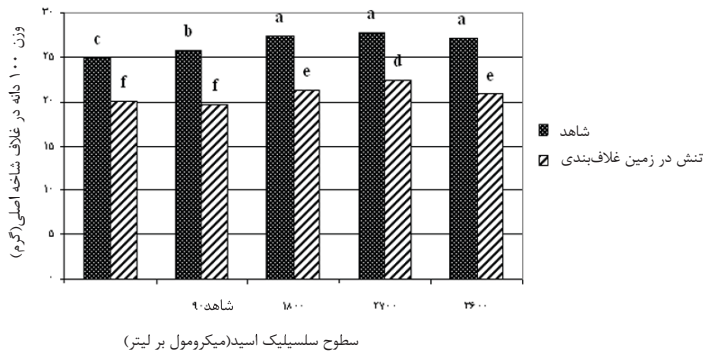
شکل ۳- اثر متقابل سالیسیلیک اسید و تنش کم آبی روی تعداد غلاف در شاخه اصلی (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند)



شکل ۴- اثر متقابل سالیسیلیک اسید و تنش کم آبی روی تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند)

با توجه به جدول مقایسات میانگین (جدول ۵) در بین تیمارها، بذور پرایم شده با دز ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید، بالاترین تعداد دانه در غلاف شاخه اصلی و فرعی را به خود اختصاص دادند و کمترین تعداد دانه در غلاف شاخه اصلی و فرعی مربوط به تیمار شاهد بود که اختلاف معنی‌داری با بذور پرایم شده با دز ۹۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید نداشت. همانطور که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، بذور پرایم شده با دز ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید، بیشترین وزن ۱۰۰ دانه در غلاف شاخه اصلی را در شرایط آبیاری دارا بودند و اختلاف معنی‌داری با دز ۱۸۰۰ و ۳۶۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید نداشتند. در

صورتی که کمترین وزن ۱۰۰ دانه در غلاف شاخه اصلی مربوط به تیمار شاهد در زمان اعمال تنش در مرحله غلاف‌بندی بود.



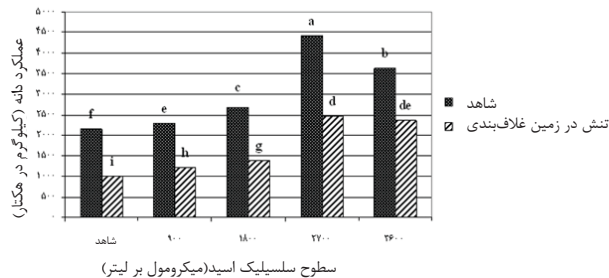
شکل ۵- اثر متقابل سالیسیلیک اسید و تنش کم آبی روی وزن ۱۰۰ دانه در غلاف شاخه اصلی

(ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند)

با توجه به جدول مقایسات میانگین (جدول ۵) در بین تیمارها، بذور پرایم شده با دز ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید، بالاترین وزن ۱۰۰ دانه در غلاف شاخه‌های فرعی را به خود اختصاص دادند و با دز ۱۸۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید اختلاف معنی‌داری نداشتند. کمترین وزن ۱۰۰ دانه در غلاف شاخه‌های فرعی مربوط به تیمار شاهد بود که اختلاف معنی‌داری با بذور پرایم شده با دز ۹۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید نداشت.

با توجه به شکل ۶ بذور پرایم شده با دز ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید، بالاترین عملکرد دانه را در شرایط آبیاری دارا بودند در صورتی که کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار شاهد در زمان اعمال تنش در مرحله غلاف‌بندی بود. شکاری (۱۳۸۰) در بررسی صفات متحمل به خشکی در لوبیا اظهار داشت، بیشترین کاهش عملکرد دانه‌ای در مرحله گلدهی و پس از آن در مرحله غلاف‌بندی مشاهده گردید و کاهش عملکرد، در مرحله گلدهی می‌تواند به دلیل ریزش گل و سقط دانه‌های تازه تشکیل شده باشد، که باعث کاهش در تعداد غلاف بوده و در مرحله غلاف‌بندی به دلیل کاهش در وزن ۱۰۰ دانه می‌باشد، همچنین در مرحله گلدهی به دلیل اینکه تنش آبی باعث می‌شود، طول دوره تشکیل اندام‌های زایشی برای غلاف‌های ایجاد

شده در پایین ساقه، طولانی و برای غلاف‌های تشکیل شده در بالای ساقه، کوتاه‌تر باشد، روی وزن نهایی دانه‌ها تاثیر گذاشته و باعث کاهش وزن ۱۰۰ دانه می‌گردد (شکاری، ۱۳۸۵). fienebaum et al. (1991) اثر تنش خشکی را روی اجزاء عملکرد سه رقم لوبیا بررسی نمودند. تنش در مرحله گلدهی بر روی هر سه رقم مورد مطالعه تاثیر داشت، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف در هر سه واریته کاهش یافت.



شکل ۶- اثر متقابل سالیسیلیک اسید و تنش کم آبی روی عملکرد دانه (ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند)

پیش تیمار کردن بذر با هورمون‌های رشد گیاهی نه تنها جوانه‌زنی و شاخص سبز شدن، بلکه رشد و عملکرد نهایی گیاه را تحت شرایط نرمال و تنش افزایش می‌دهد (Ahmad et al. 1995). گیاهان تیمار شده با سالیسیلیک اسید، مستقل از غلظت سالیسیلیک اسید (۱-۳ میلی‌مول) و سطح تنش آب، بطور معمول محتوای رطوبتی، وزن خشک، فعالیت کربوکسیلازی رابیسکووی، فعالیت سوپر-اکسید دیسموتاز (SOD) و کلروفیل کل بالاتری را در مقایسه با گیاهچه‌های تیمار نشده نشان دادند (Singh and Usha. 2003). در شرایط تنش آبی، تیمار سالیسیلیک اسید، فعالیت نیترات ریداکتاز را محافظت می‌کند و محتوای پروتئین و نیتروژن برگها را در سطحی برابر با گیاهچه‌هایی که در شرایط آب کافی بودند، نگه‌می‌دارد. نتایج، به نقش سالیسیلیک اسید در تنظیم پاسخ خشکی گیاهان دلالت می‌کنند و پیشنهاد می‌کنند که سالیسیلیک اسید می‌تواند به عنوان یک تنظیم‌کننده رشد بالقوه برای بهبود رشد گیاه تحت تنش آبی مورد استفاده واقع شود. هم سالیسیلیک اسید و

هم استیل سالیسیلیک‌اسید بطور موثری گیاهان گوجه فرنگی و لوبیا را بر علیه تنش خشکی، در غلظت‌های ۰/۱ میلی مول و ۰/۵ میلی مول، محافظت کردند، که نهایتاً باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان در این شرایط گردید (Senaratna et al. 2000). در مطالعه حاضر اعمال تنش کم‌آبی، باعث کاهش عملکرد لوبیا چشم بلبلی شده است، که با نتایج بالا مطابقت دارد (شکل ۶). به طور کلی تنش کم‌آبی در مرحله گلدهی موجب ریزش گل‌ها، سقط دانه‌های تازه تشکیل شده، کاهش طول دوره تشکیل اندام‌های زایشی و در نتیجه کاهش تعداد غلاف‌ها می‌شود. در حالی که، اعمال تنش در مرحله غلاف‌بندی به دلیل کاهش در وزن ۱۰۰ دانه موجب کاهش عملکرد می‌شود (شکاری، ۱۳۸۰).

همچنین نتایج مقایسات میانگین نشان داد، که بذور پرایم شده با سالیسیلیک‌اسید با ایجاد شرایط مناسب، برای مثال از طریق افزایش شاخص و درصد سبز کردن، ارتفاع گیاه، تعداد برگ، سطح و وزن خشک برگ، اجزای عملکرد و کاهش تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا غلاف‌بندی باعث افزایش عملکرد دانه لوبیا چشم بلبلی در هر دو شرایط آبیاری کامل و تنش شد، که در نهایت منجر به این شد که بذور پرایم شده با دز ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید، بیشترین عملکرد دانه (۴۴۲۴-۲۴۷۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در شرایط آبیاری کامل و تنش کم‌آبی در مرحله غلاف‌بندی) را داشته باشند.

منابع

شکاری، ف. (۱۳۸۰). بررسی صفات مرتبط با تحمل به خشکی در لوبیا. گزارش طرح پژوهشی پژوهشکده فیزیولوژی و بیوتکنولوژی کشاورزی دانشگاه زنجان.

شکاری، ف. (۱۳۸۵). بررسی واکنش لوبیا به تنش خشکی. گزارش طرح پژوهشی پژوهشکده فیزیولوژی و بیوتکنولوژی کشاورزی دانشگاه زنجان.

Agric, J., R. Saleem, U. Saleem, and Gh. Sobhani. (2007). Correlation and path analysis in maize. *Jouirnal of Agricultural Research*, 45 (3), -177 183.

Ahmad, A., I. Haque, and O. Aziz. (1995). Physiomorphological changes in triticale improved by pyridoxine applied through grain soaking. *Acta Agron. Hung*, 43, 211–221.

Anyia, A. O., and H. Herzog. (2004). Water-use efficiency, leaf area and leaf gas exchange of cowpeas under mid-season drought. *Europ. J. Agron*, 20, 339-327.

Araus, J. L., J. Casadesus, and J. Bort. (2001). Recent tools for screening of physiological traits determining yield. In: *Application of physiology in wheat breeding*. Reynolds, M. P., J. Ortiz-Monasterio, I., and A. McNab. (eds), Mexico, D. F., CIMMYT. pp, 77-59.

Ashraf, M., and Foolad, M. R. (2005). Pre-sowing seed treatment a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and none-saline conditions. *Advan. Agron*. 88, 271-223.

Bradford, K. J. (1986). Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *Hort Sci*, 21, 1105–1112.

Bray, A. E. (1997). Plant responses to water deficit. *Trends in Plant Sci.*, 2, 54-45.

Cassto, E., P. Ventricelli, and A. Coreto. (1997). Response of hybrid and open pollinated safflower to increasing doses of nitrogen fertility. *15th International Safflower Confers. Italy*, pp. 103-98.

Chaves, M. M., J. P. Maroco, and J. S. Pereira. (2003). Understanding plant responses to drought-from genes to the whole plant. *Funct. Plant Biol.* 30, 264-239.

Cleland, C. F., and A. Ajami. (1974). Identification of the flower-

inducing factor isolated from aphid honeydew as being salicylic acid. *Plant Physiol*, 54, 906-904.

de Carvalho, M. H. C., D. Laffray, and P. Louguet. (1998). Comparison of the physiological responses of *Phaseolus vulgaris* and *Vigna unguiculata* cultivars when submitted to drought conditions. *Environ. Exp. Bot*, 40, 197–207.

DeKock, P. C., F. B. Grabowsky, and A. M. Innes., (1974). The effect of salicylic acid on the growth of *Lemna gibba*. *Ann. Bot*, 38, 908-903.

El-Tayeb, M. A., (2005). Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Reg*, 45, 225-215.

Fienebaum. V., D. S. Santos, and M. A. Tillmann. (1991). Influence of water deficit on the yield components of three bean cultivars. *Pesquisa-Agropecuaria Breasilera*, 26 (2), 280-275.

Grzesiak, M. T., A. Rzepka, T. Hura, K. Hura, and A. Skoczowski. (2007). Changes in response to drought stress of triticale and maize genotypes differing in drought tolerance. *Photosynthet*, 45 (2), 287-280.

Hamada, A. M. (1998). Effects of exogenously added ascorbic acid, thiamin or aspirin on photosynthesis and some related activities of drought-stressed wheat plants. In: *Photosynthesis: Mechanisms and effects*, G., Garab ed., Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, Vol. 4, pp. 2584-2581.

Hamada, A. M., and A. M. A. Al-Hakimi. (2001). Salicylic acid versus salinity-drought induced stress on wheat seedlings. *Rostl. Vyr.*, 47, 450-444.

Kumar, P., N. J. Lakshmi, and V. P. Mani. (2000). Interactive effects of salicylic acid and phytohormones on photosynthesis and grain yield of soybean (*Glycine max L. Merrill*). *Physiol. Mol. Plant*. 6, 186-179.

Lee, H., J. León, and I. Raskin. (1995). Biosynthesis and metabolism of salicylic acid. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 92, 4079-4076.

Martin-Mex, R., and A. Larqué-Saavedra. (2001). Effect of salicylic acid in clitoria (*Clitoria ternatea L.*) bioproductivity in Yucatan, México. 28th Annual Meeting. Plant Growth Regulation Society of America. Miami Beach Florida, USA. July 5-1, pp. 99-97.

Merah, O. (2001). Potential importance of water status traits for durum wheat improvement under Mediterranean conditions. *J. Agric. Sci. Cambridge*, 137, 145-139.

Piters, A. H. (1982). A review of chemically induced flowering in *Lemna gibba* G3 and *Pistia stratiotes*. *Aquat. Bot*, 13, 28-21.

Porwanto, E. (2003). Photosynthesis activity of soybean (*Glycine ax L.*)

under drought stress. *Agron. Sci*, 5 (1), 18-1.

Rampino, P., G. Spano, S. Pataleo, G. Mita, J. A. Napier, N. Di Fonzo, P. R. Shewry, and C. Perrotta. (2006). Molecular analysis of a durum wheat stay green mutant: Expression pattern of photosynthesis- related genes. *J. Cereal Sci*, 43, 168-160.

Raskin, I. (1992). Role of salicylic acid in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol Mol. Biol.*, 43, 463-439.

Reddy, A. R., K. V. Chaitanya., and M. Vivekananda. (2004). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *J. Plant Physiol*, 161, 1202-1189.

Richard, R. A., A. G. Condon, and G. J. Rebetzke. (2002). Traits to improve yield in dry environment In: M. P. Reynolds., J. I. Ortiz- Monasterit, and A. McNab. (eds). *Application of Physiology in Wheat Breeding*, pp. -88 100.

Senaratna, T., D. Touchell, E. Bunn, and K. Dixon. (2000). Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regul*, 161-157 ,30.

Shakirova, F. M., and D. R. Sahabutdinova. (2003). Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Sci*, 322-317 ,164.

Singh, B., and K. Usha. (2003). Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. *Plant Growth Regul*, 141-137 ,39.

Souza, R. P., E. C. Machado, J. A. B. Silva, A. M. M. A. Lag^oa, and J. A. G. Silveira, (2004). Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and some associated metabolic changes in cowpea (*Vigna unguiculata*) during water stress and recovery. *Environ and Exp. Bot*, 56-45 ,51.

Subhani, G. M. and M. A. Chowdhry. (2000). Correlation and path coefficient analysis in bread wheat under drought stress and normal conditions. *Pak. J. Biol. Sci*, 77-72 ,(1)3.

Tardieu, F., M. Reymond, P. Hamard, C. Granier, and B. Muller. (2000). Spatial distributions of expansion rate, cell division rate and cell size in maize leaves: a synthesis of the effects of soil water status, evaporative demand and temperature. *J. Exp. Bot*, 1514-1505 ,51.

Valenzuela. H., and Smith. J. (2002). Cowpea. *Sustainable Agriculture Green Manure Crops*, pp. 3-1.

Yang, J., J. Zhang, Z. Wang, and Q. Zhu. (2001). Activities of starch

hydrolytic enzymes and sucrose-phosphate syntheses in the stems of rice subjected to water stress during grain filling. *J. Exp. Bot.*, 2179-2169, 52.

Zhu, X., J. Kandola, Z. Ghahramani, and J. Lafferty. (2005). Nonparametric transforms of graph kernels for semi-supervised learning. In L. K. Saul, Y. Weiss and L. Bottou (eds.), *Advances in Neural Information Processing Systems (nips) 17*. Cambridge, MA, MIT Press.

Zou, G. H., H. Y. Liu, H. W. Mei, G. L. Liu, X. Q. Yu, M. S. Li, J. H. Wu, L. Chen, and L. J. Luo. (2007). Screening for Drought resistance of rice recombinant inbred populations in the field. *J. Int Plant Biol.*, 1516-1508, 49.

Salicylic acid priming effects on some morphological traits of a cowpea cultivar (*Vigna unguiculata*) under water deficit at podding stage.

Farid Shekari¹
Arash Pakmehr¹
Mehdi Rastgoo¹
Jalal Saba¹
Maryam Vazaye^{° 1}
and Esmail Zangani¹

Abstract

In order to evaluate seed priming effects by salicylic acid on some morphological traits of a cowpea (*Vigna unguiculata*) cultivar, "Parastou", under water deficit condition at podding stage, an experiment was carried out in Research farm of Zanjan university in 2008 -2009 using a spilt block design and three replications. Applied factors were drought stress as main factor in two levels (normal irrigation, application of water deficit at podding stage) and priming with salicylic acid as subfactor in five levels (0, 900, 1800, 2700, 3600 μM). Analysis of variance showed that the effect of irrigation was significant on all traits except plant height. Salicylic acid had a significant effect on all traits. Means comparison showed that number and dry weight of leaf and leaf area, seed yield and yield components decreased in treatments with water deficit compared with treatments with normal irrigation. These traits increased in salicylic acid primed seeds compared with control seeds. Seed primed with 2700 μM salicylic acid had desirable situation for all traits compared to treatments with normal irrigation and those with deficit condition at podding stage. Primed seeds with 2700 μM salicylic acid had higher emergence index, emergence percentage and leaf area. Because of decreasing time of flowering and time of podding, seed yield increased in both irrigation conditions. So seeds primed with 2700 μM salicylic acid had the highest seed yield (4424 and 2475 kg.ha in regular irrigation and water stress at podding stage, respectively).

Key words: Cowpea, Salicylic acid, Priming, Water deficit, Yield and Yield Component.

1. Dep. of Agronomy and plant breeding, Faculty of agriculture, Zanjan University, zanjan, Iran