نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد ۲، شماره ۱، صفحه ۶۴-۵۳، نیمه اول ۱۳۹۰

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 1, 2011, p. 53-64

تأثیر پرایمینگ سالیسلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی تحت تنش کم‌آبی در مرحله زایشی

آرش پاک‌مهر[1*]، مهدی راستگو[2]، فرید شکاری[3]، جلال صبا[3]، مریم وظایفی[1] و اسماعیل زنگانی[1]

۱- کارشناس ارشد زراعت
۲- عضو هیأت علمی (استادیار) دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۳- استادیار دانشگاه زنجان

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۱۰/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۰۵/۱۷

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر پرایمینگ سالیسلیک‌اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه‌ی لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) رقم پرستو تحت تنش کم‌آبی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های خُردشده با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشگاه زنجان انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل پرایمینگ بوسیله‌ی سالیسلیک‌اسید به‌عنوان عامل فرعی در پنج سطح (صفر، ۹۰۰، ۱۸۰۰، ۲۷۰۰ و ۳۶۰۰ میکرومولار) و آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح (آبیاری منظم، اِعمال تنش‌کم‌آبی در زمان گل‌دهی و غلاف‌بندی) بود. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری و سالیسلیک‌اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد، معنی‌دار بود. اثر متقابل آبیاری×سالیسلیک‌اسید تنها برای تعداد غلاف در شاخه‌ی اصلی و فرعی، وزن ۱۰۰دانه در غلاف شاخه‌ی اصلی، بیوماس و عملکرد دانه معنی‌دار بود. مقایسات میانگین صفات مورد مطالعه نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط تنش کم‌آبی در مقایسه با شرایط آبی، کاهش یافت. پرایمینگ بذور با سالیسلیک‌اسید، باعث افزایش طول غلاف، تعداد غلاف، تعداد دانه، وزن۱۰۰دانه در غلاف‌های شاخه‌ی اصلی و فرعی، بیوماس، عملکرد دانه و شاخص برداشت در هر دو شرایط آبیاری و تنش شد. بذور پیش‌تیمارشده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسلیک‌اسید وضعیت مطلوبی را از نظر کلیه‌ی صفات فوق در مقایسه با سایر تیمارها در شرایط آبیاری و تنش‌کم‌آبی به خود اختصاص دادند. از بین مقادیر مختلف سالیسلیک‌اسید به‌کار رفته برای عمل پرایمینگ، بذور پیش‌تیمارشده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسلیک‌اسید در شرایط آبیاری منظم، تنش‌کم‌آبی در مرحله گل‌دهی و تنش‌کم‌آبی در مرحله غلاف‌بندی با عملکرد ۴۴۲۴، ۳۴۳۷ و ۲۴۷۵ کیلوگرم در هکتار، دارای بیشترین عملکرد بودند.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ، تنش کم‌آبی، سالیسلیک‌اسید، عملکرد، لوبیا چشم‌بلبلی

مقدمه

لوبیا چشم‌بلبلی(*Vigna unguiculata* L.) یک لگوم یک‌ساله‌ی تابستانه با برگ‌های سه‌برگچه‌ای است که در دامنه‌ی وسیعی از بافت‌های خاک از رسی سنگین گرفته تا شنی، به‌خوبی به عمل می‌آید. بهترین رشد این گیاه در خاک‌های اسیدی ضعیف تا قلیایی ضعیف (pH= ۵/۵-۸/۳) است (Valenzuela & Smith., 2002). لوبیا چشم‌بلبلی محصول زراعی مهمی است که به‌طور وسیعی در مناطق گرم آفریقا، آسیا و آمریکا رشد می‌کند و اغلب به عنوان گیاهی با سازگاری بالا به دماهای بالا و خشکی در مقایسه با گونه‌های دیگر، مورد توجه است (Ehlers & Hall, 1997). سازگاری به خشکی در لوبیا چشم‌بلبلی وابسته به حداقل رسانیدن تلفات آب به‌وسیله‌ی کنترل شکاف روزنه است (de Carvalho *et al.,* 1998). اثبات شده است که لوبیا چشم‌بلبلی قادر به نگهداری پتانسیل آب برگی بالا یا محتوای رطوبت نسبی برگی بالا، طی تنش آبی است (Souza *et al.,* 2004)، در نتیجه می‌تواند از پسابیدگی بافت جلوگیری کند اگرچه این راهبرد به واسطه بسته شدن روزنه‌ها ممکن است باعث کاهش در

* **نویسنده مسئول:** دانشگاه زنجان، کیلومتر ۶ جاده تبریز، دانشکده کشاورزی
پُست الکترونیک: ArashPakmehr@gmail.com

آسیمیلاسیون CO_2 و کاهش رشد و عملکرد شود (Chaves *et al.*, 1991).

Neinhus & Singh (1988) بیان داشتند که عملکرد لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یک صفت کمّی پیچیده بوده و اجزای آن عبارت از تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه است. Muuhouche *et al.* (1998) اثر تنش خشکی را در مراحل مختلف فنولوژیک روی اجزای عملکرد لوبیا مطالعه نمودند. آن‌ها دوره رشد لوبیا را به هفت مرحله (از تولید جوانه تا انتهای پُرشدن دانه) تقسیم نمودند و در یک آزمایش گلخانه‌ای اثرات تنش آبی را در این مرحله بررسی کردند. گیاهان در مرحله توسعه‌ی جوانه، گل‌دهی و تشکیل میوه در مقایسه با دوره طویل شدن غلاف و پُرشدن دانه، نسبت به تنش خشکی حساس‌تر بودند. تنش آبی در مرحله توسعه جوانه‌ها، موجب ریزش گل‌ها و کاهش تعداد غلاف‌ها شد و تعداد غلاف در مقایسه با تعداد دانه در غلاف حساسیت بیشتری به تنش آبی نشان داد. Fienebaum *et al.* (1991) با بررسی اثر تنش خشکی روی اجزای عملکرد سه رقم لوبیا نشان دادند تنش در مرحله گل‌دهی باعث کاهش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف در هر سه رقم می‌شود.

سالیسلیک‌اسید یکی از ترکیبات فنولی است که در گیاهان به‌وسیله‌ی سلول‌های ریشه تولید می‌شود. این ماده در گیاهان در مقادیر کم میلی‌گرم بر گرم وزن تر یا کمتر وجود دارد (Raskin, 1992) که به فرم آزاد و هم به فرم گلیکوزیل می‌باشد (Lee et *al.*,1995). سالیسیلیک‌اسید، نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل رشد، تکامل‌گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه‌زنی بسته به غلظت به‌کاررفته، گیاه، گونه، دوره رشدی و شرایط محیطی، ایفا می‌کند (Iqbal *et al.*, 2006). مقادیر قابل توجهی از سالیسیلیک‌اسید از نمونه‌های خاک برداشته شده از ریزوسفر جو گزارش شده است (Ehlers & Hall, 1997). این ماده همچنین به‌عنوان یک سیگنال مولکولی مهم در نوسانات گیاهی در پاسخ به تنش‌های محیطی شناخته شده است (Senaranta *et al.*, 2000).

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر پرایمینگ با سالسلیک‌اسید بر بیوماس، شاخص برداشت، عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی تحت شرایط آبیاری منظم و تنش کم‌آبی در مرحله گل‌دهی و غلاف‌بندی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشگاه زنجان در عرض شمالی ´۴۱ °۳۶، طول شرقی ´۲۷ °۴۸ و ارتفاع ۱۶۲۰متر از سطح دریا انجام شد. در این تحقیق از گیاه لوبیا چشم‌بلبلی رقم پرستو استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل پیش‌تیمار به‌وسیله‌ی سالیسلیک‌اسید به‌عنوان عامل فرعی در پنج سطح (صفر، ۹۰۰، ۱۸۰۰، ۲۷۰۰ و ۳۶۰۰ میکرومولار) و آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح (آبیاری، تنش‌کم‌آبی در زمان گل‌دهی و تنش کم‌آبی در زمان غلاف‌بندی) انجام شد. جهت انجام پرایمینگ بذر پس از تهیه دوزهای مختلف سالیسلیک‌اسید، بذرهای لوبیا چشم‌بلبلی به مدت چهار ساعت در دمای چهار درجه سانتی‌گراد تحت تیمارهای مختلف سالیسلیک‌اسید غوطه‌ور شدند. سپس بذرها در دمای اتاق خشک شده و پس از ضدعفونی با قارچ‌کش ویتاواکس در مزرعه به صورت آزمایش بلوک خُرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شدند. هر کرت شامل پنج ردیف کاشت به طول چهار متر و با فواصل بین ردیف ۰/۵ متر و روی ردیف‌های کاشت ۱۰ سانتی‌متر بود. پس از کاشت بذرها آبیاری هر هفت روز یک‌بار انجام گرفت. در طول فصل رشد، کلیه علف‌های‌هرز که شامل تاج‌خروس، سلمه‌تره و توق بودند به‌صورت دستی وجین گردیدند. پس از گذشت ۹۰ روز از زمان کاشت، تنش‌کم‌آبی اول با شروع گل‌دهی، آغاز و تا ۵۰ درصد گل‌دهی ادامه یافت. تنش کم‌آبی دوم نیز با شروع غلاف‌بندی آغاز و تا ۵۰ درصد غلاف‌بندی ادامه یافت. پس از پایان اعمال تنش کم‌آبی، واحدهای آزمایشی به‌صورت کامل آبیاری شدند.

پس از رسیدگی فیزیولوژیک بوته‌ها، از هر واحد آزمایشی ۱/۵متر مربع (پس از حذف حاشیه از طرفین) برداشت شدند. بوته‌ها کف‌بُر شده و پس از خشک‌شدن در آفتاب، با ترازوی دقیق وزن بوته‌های برداشت شده اندازه‌گیری شد و پس از تبدیل به واحد سطح (کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان عملکرد بیولوژیک در محاسبات منظور شد. سپس دانه‌ها از غلاف‌ها جدا و توزین گردید و به‌عنوان عملکرد دانه در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار) ثبت شدند. از هر واحد آزمایشی، ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و طول غلاف و اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰دانه اندازه‌گیری شد. بر اساس داده‌های عملکرد دانه و بیولوژیک، شاخص برداشت نیز طبق معادله ۱ تعیین شد.

$$HI= (EY/BY)\times 100 \qquad \text{(معادله ۱)}$$

که در آن EY، عملکرد اقتصادی و BY، عملکرد بیولوژیک می‌باشد.

جهت آنالیز آماری داده‌های جمع‌آوری شده، از نرم‌افزارهای آماری MSTAT-C و SPSS استفاده شد و میانگین‌ها بـه روش دانکن در سـطح احتمـال ۵ ٪ مقایسـه شـدند. توزیـع داده‌هـای آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار Minitab آزمون شد و با توجه بـه نرمال بودن توزیع داده‌ها، تبدیلی صورت نگرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه نشـان داد که اثر آبیاری و سالیسلیک‌اسید بر تمام صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود و از سوی دیگر اثر متقابل آبیاری× سالیسلیک‌اسید تنها برای تعداد غلاف در شاخه‌ی اصلی و فرعی، وزن ۱۰۰دانـه در غلاف شاخه‌ی اصلی، بیوماس و عملکرد دانـه معنـی‌دار بـود (جدول۱).

جدول۱- تأثیرپرایمینگ سالیسلیک‌اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه‌ی لوبیا چشم‌بلبلی تحت تنش کم‌آبی در مرحله‌ی زایشی

Table 1. Effect of salicylic acid priming on yield and yield components of cowpea (*Vigna unguiculata*) under water deficit at reproductive stage

			میانگین مربعات MS					
S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	طول غلاف در شاخه اصلی Length of pod in stem	طول غلاف در شاخه‌های فرعی Length of pod in branches	تعداد غلاف در شاخه اصلی number of pods in stem	تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی number of pods in branches	تعداد دانه در غلاف شاخه اصلی number of seed in pod of stem	تعداد دانه در غلاف شاخه‌های فرعی number of seeds in pod of branches
Replication	تکرار (بلوک)	2	4.19**	0.508 ns	2.56*	6.73 ns	1.13 ns	0.47
Irrigation (A)	آبیاری(A)	2	6.77**	7.12*	6.72**	100.14**	136.7**	52.5*
Error(a)	اشتباه آزمایشی۱	4	0.22	0.43	0.21	1.46	1.17	0.309
Salicylic acid priming (B)	سالیسلیک اسید	4	8.99**	11.51**	5.15**	13.44**	9.6**	6.67**
Error(b)	اشتباه آزمایشی۲	8	0.35	0.80	0.24	0.711	0.90	0.48
A×B	اثر متقابل A×B	8	0.32 ns	0.24 ns	0.27*	7.54**	1.08 ns	0.302 ns
Error (c)	اشتباه آزمایشی۳	16	0.16	0.41	0.11	0.77	0.52	0.195
C.V (%)	ضریب تغییرات (درصد)		2.20	3.95	9.22	14.4	6.08	5.6

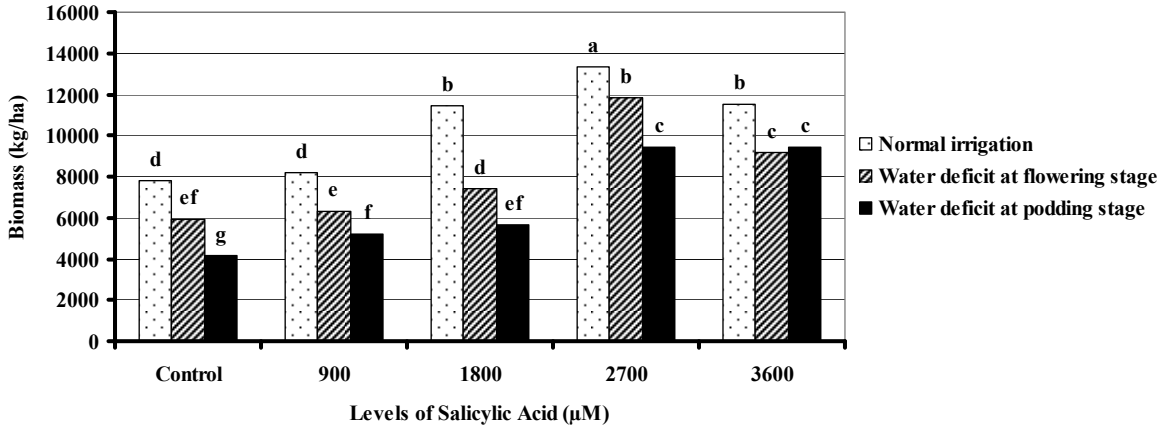
S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	وزن ۱۰۰ دانه در غلاف شاخه اصلی Number of seeds in pod of stem	وزن ۱۰۰ دانه در غلاف شاخه‌های فرعی Number of seeds in pod of branches	بیوماس Biomass	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت harvest index
Replication	تکرار (بلوک)	2	14.86*	12.78 ns	2581404.9 ns	108098.03**	18.44 ns
Irrigation (A)	آبیاری(A)	2	125.76**	96.12**	51743781.2**	8617609.7**	107.8*
Error(a)	اشتباه آزمایشی۱	4	1.608	3.85	985550.14	3569.86	11.58
Salicylic acid priming (B)	سالیسلیک اسید	4	10.79**	19.62**	48901364.5**	5695219.43**	27.76**
Error(b)	اشتباه آزمایشی۲	8	0.21	1.59	352825.6	16194.8	2.17
A×B	اثر متقابل A×B	8	0.38**	0.22 ns	1968280.2**	205668.2**	2.45 ns
Error (c)	اشتباه آزمایشی۳	16	0.09	1.18	204558.8	19013.4	1.85
C.V (%)	ضریب تغییرات (درصد)		1.29	4.61	5.35	5.81	4.98

n.s، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در در سطح $\alpha=0.05$ و $\alpha=0.01$.

ns :Non-significant, *and **: Significant at $\alpha=0.05$ & $\alpha=0.01$, respectively.

عملکرد بیولوژیک

بـذور پـرایم شـده بـا غلظـت ۲۷۰۰ میکرومـولار سالیسلیک‌اسید، بالاترین عملکرد بیولوژیک را در شرایط آبیاری دارا بودند. کمترین عملکرد نیز مربوط به تیمار شـاهد در زمـان اعمال تنش در مرحله غلاف‌بندی بود (شکل۱).



شکل۱- اثر متقابل سالیسلیک‌اسید و تنش کم آبی بر بیوماس
Fig. 1. Interaction between irrigation and salicylic acid on biomass

عملکرد دانه بسیاری از گیاهان، رابطه بسیار نزدیک با تولید کل بیوماس در مقایسه با شاخص برداشت دارد (Abid *et al*., 2004). خشکی از جمله عواملی است که تولید بیوماس را به سبب جلوگیری از رشد گیاه، محدود می‌کند (Sandor *et al*.,2006). حساسیت بیوماس، به زمان وقوع خشکی بستگی داشته و این حساسیت در مراحل اولیه رشد نسبت به خشکی‌های دیررس بیشتر قابل مشاهده است. کاهش در بیوماس کل، در ذرت‌های تحت تنش خشکی توسط Osbame *et al.* (2002) نیز گزارش شده است. تنش خشکی بر تجمع کل بیوماس قسمت هوایی و توزیع آن درمیان اندام‌های مخزن اثر می‌گذارد. یک صفت مهم برای سازگاری به خشکی، ظرفیت ارقام برای انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده به دانه است و ارقامی مقاوم به خشکی، محسوب می‌شوند که در تولید مواد فتوسنتزی و انتقال به دانه کارآمدتر باشند (Rosales-Serna *et al*., 2000). Rigoberto *et al.* (2004) اظهار داشتند که در لوبیا، ارقام با عملکرد بالا، تجمع بیوماس بیشتری را نسبت به ارقام حساس در شرایط خشکی نشان می‌دهند و رابطه مثبت و بالایی بین تجمع بیوماس و عملکرد دانه مشاهده می‌شود. در مطالعه حاضر نیز رابطه مثبت و معنی‌داری بین بیوماس و عملکرد دانه در شرایط آبیاری (r=۰/۹۹۷) و اعمال تنش در زمان گل‌دهی (r=۰/۹۹۷) و غلاف‌بندی (r=۰/۹۹۸) مشاهده شد. Korir *et al.* (2006) نیز اظهار داشتند، هرچند که تنش آبی، تولید ماده خشک را در بیشتر گیاهان کاهش می‌دهد اما میزان کاهش بیوماس بستگی به شدت تنش در طول مرحله‌ی رشد گیاه دارد.

گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد پرایمینگ بذر با غلظت‌های بهینه‌ی هورمون‌های رشد گیاهی به‌طور مؤثری موجب افزایش قابل‌توجه در جوانه‌زنی، سبزشدن، رشد و عملکرد در گونه‌های مختلف گیاهان زراعی تحت هر دو شرایط تنش آبی و عادی شده است (Hurly *et al*., 1991؛ Lee *et al*., 1998؛ Pakmehr., 2009). همچنین کاربرد سالسیلات‌ها روی گیاهان، رشد قسمت‌های هوایی را در گونه‌های مختلف گیاهی، مثل کلیتوریا[2] که تولید بیوماس به عنوان علوفه برای تغذیه حیوانات مهم است، افزایش می‌دهد (Martin-mex & Larque-Saavedra, 2001). در گیاهان زینتی نیز کاربرد سالسیلات‌ها باعث افزایش بیوماس می‌شود. Faridudin *et al.* (2003) غلظت‌های متفاوت سالیسلیک‌اسید را در گیاه خردل هندی (*Brassica juncea*) به‌کار بردند و افزایش بیشینه‌ای در تجمع ماده‌ی خشک در غلظت 10^{-5} مولار مشاهده کردند اما غلظت‌های بالا، اثر بازدارندگی داشتند. در یک‌سری از آزمایش‌های انجام شده با گیاه *Tagetes erecta* کشت شده در شرایط باز، مشخص شد که در کنار خصوصیات گل، بیوماس قسمت‌های هوایی به‌طور چشم‌گیری با کاربرد غلظت‌های پایین سالیسلیک‌اسید، افزایش یافت (Sandoval-Yepiz, 2004). در مطالعه حاضر، اعمال تنش کم‌آبی در دو زمان شروع گل‌دهی و تشکیل نیام، باعث کاهش بیوماس‌گیاه شد (جدول۲) زیرا تنش خشکی، تولید بیوماس را به سبب جلوگیری از رشد گیاه، محدود می‌کند

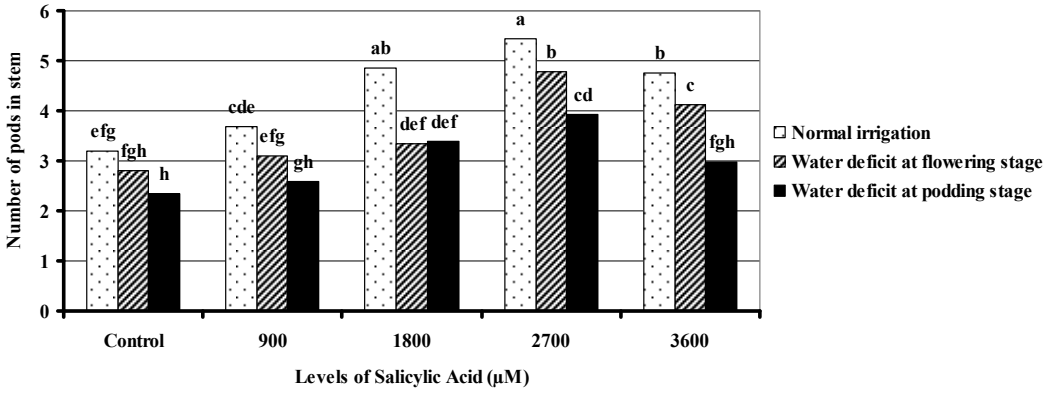
[2] *Clitoria*

(Sandor *et al.*, 2006). ولی از آنجایی‌که پرایمینگ بذور با سالیسلیک‌اسید منجر به بهبود رشد گیاهان تحت شرایط نرمال و خشکی شده بود در نتیجه بیوماس گیاهان پرایم شده تحت شرایط تنش کم‌آبی، کمتر کاهش یافت که با نتایج بالا مطابقت دارد.

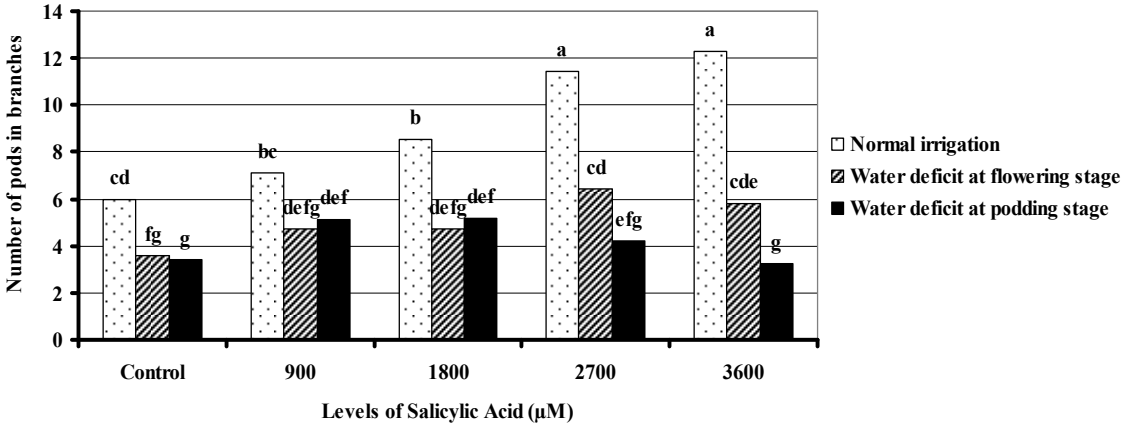
عملکرد و اجزای عملکرد دانه

بذور پرایم شده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسلیک‌اسید، بیشترین طول غلاف در شاخه‌ی اصلی و فرعی را دارا بودند. کمترین طول غلاف در شاخه‌ی اصلی و فرعی مربوط به تیمار شاهد بود (جدول۳). بیشترین تعداد غلاف در شاخه‌ی اصلی را بذور پرایم شده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسلیک‌اسید در شرایط آبیاری دارا بودند و با بذور پرایم شده با غلظت ۱۸۰۰ میکرومولار سالیسلیک‌اسید اختلاف معنی‌داری نداشتند. کمترین تعداد غلاف در شاخه‌ی اصلی مربوط به تیمار شاهد در زمان اعمال تنش در مرحله غلاف‌بندی بود (شکل۲).

بیشترین تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی را بذور پرایم شده با غلظت ۳۶۰۰ میکرومولار در شرایط آبیاری دارا بودند و با بذور پرایم شده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسلیک‌اسید اختلاف معنی‌داری نداشتند. کمترین تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی مربوط به تیمار شاهد و ۳۶۰۰ میکرومولار سالیسلیک‌اسید در زمان اعمال تنش در مرحله غلاف‌بندی بود (شکل۳).



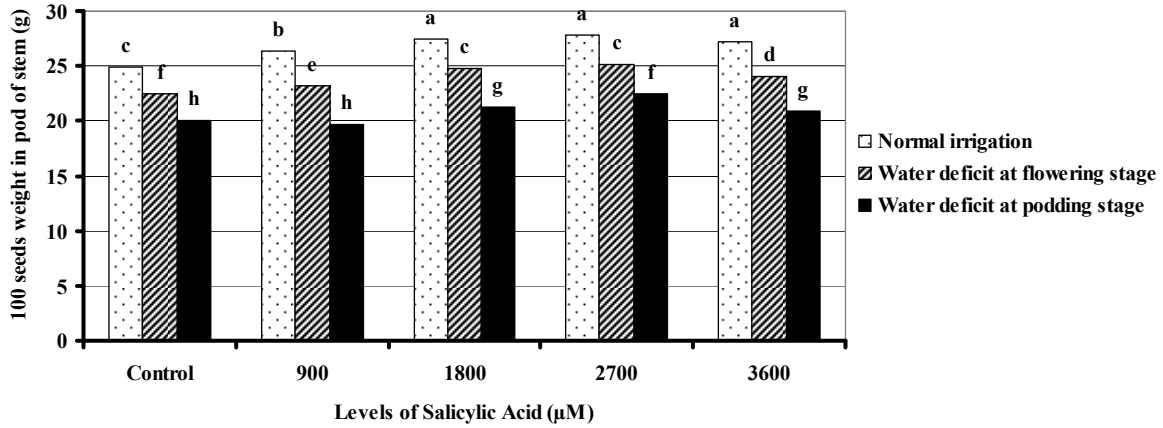
شکل۲- اثر متقابل سالیسلیک‌اسید و تنش کم‌آبی روی تعداد غلاف‌ها در شاخه‌ی اصلی
Fig. 2. Interaction between irrigation and salicylic acid on number of pods in stem



شکل۳-اثر متقابل سالیسلیک‌اسید و تنش کم‌آبی روی تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی
Fig. 3. Interaction between irrigation and salicylic acid on number of pods in branches

بـــذور پـــرایم شـــده بـــا غلظـــت ۲۷۰۰ میکرومـــولار سالیسلیک‌اسید، بیشترین تعداد دانه در غلاف شاخه‌ی اصـلی و فرعی را دارا بودند. کمترین تعداد دانه در غلاف شاخه‌ی اصـلی و فرعی مربوط به تیمار شاهد بود (جدول۳).

بیشترین وزن۱۰۰دانه در غـلاف شـاخه‌ی اصـلی را بـذور پرایم شده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومـولار در شـرایط آبیـاری دارا بودند و از این لحاظ با بذور پرایم شده با غلظت ۱۸۰۰ و ۳۶۰۰ میکرومـولار سالیسـلیک‌اسـید، اخـتلاف معنـی‌داری نداشـتند. کمترین وزن۱۰۰دانه در غلاف شاخه‌ی اصلی مربوط بـه تیمـار شـاهد و ۹۰۰ میکرومـولار در زمـان اعمـال تـنش در مرحلـه غلاف‌بندی بود (شکل ۴).

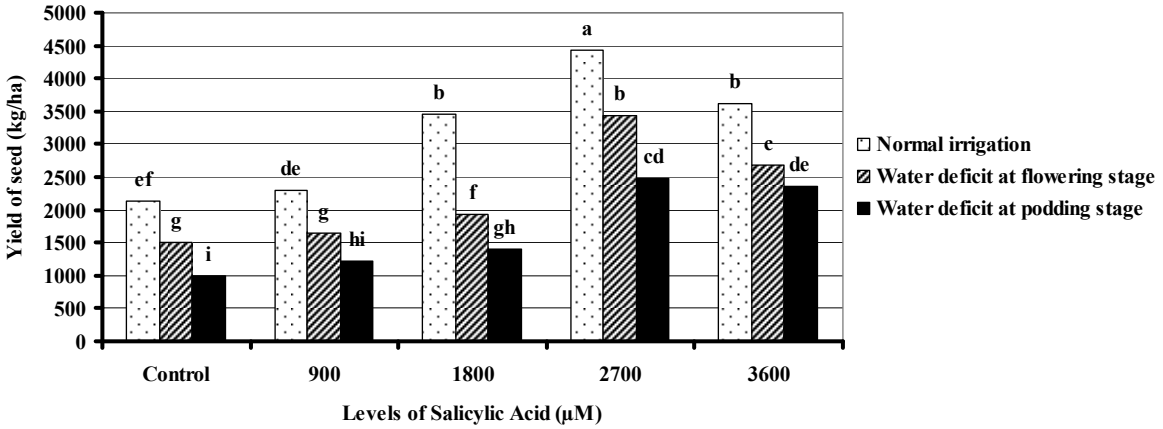


شکل۴-اثر متقابل سالیسلیک‌اسید و تنش کم‌آبی روی وزن ۱۰۰ دانه شاخه‌ی اصلی

Fig. 4. Interaction between irrigation and salicylic acid on 100 seeds weight in pods of stem

بیشترین وزن۱۰۰دانه در غلاف شاخه‌های فرعـی را بـذور پرایم شده با غلظـت ۲۷۰۰ میکرومـولار سالیسـلیک‌اسـید، دارا بودنـد و از ایـن لحـاظ بـا بـذور پـرایم شـده بـا غلظـت ۱۸۰۰ میکرومولار، اختلاف معنی‌داری نداشتند. کمترین وزن۱۰۰دانـه در غلاف شاخه‌های فرعی مربوط به تیمار شاهد بود (جـدول۳).

بذور پرایم شده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومـولار سالیسـلیک‌اسـید، بیشـترین عملکـرد دانـه را در شـرایط آبیـاری دارا بودنـد. در صورتی‌که کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار شاهد در زمـان اعمال تنش در مرحله غلاف‌بندی بود (شکل ۵).



شکل۵-اثر متقابل سالیسلیک‌اسید و تنش کم‌آبی روی عملکرد دانه

Fig. 5. Interaction between irrigation and salicylic acid on yield of seed

Shekari (2001) در بررسی صفات تحمل 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 وزن۱۰۰دانه می‌باشد. همچنین در مرحله گل‌دهی به‌دلیل 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 تأثیر گذاشته و باعث کاهش وزن۱۰۰دانه می‌گردد (Shekari, 2006). Fienebaum *et al*. (1991) با بررسی اثر تنش خشکی روی اجزای عملکرد سه رقم لوبیا نشان دادند تنش در مرحله‌ی گل‌دهی روی هر سه رقم مورد مطالعه تأثیر داشت و باعث شد تا تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف در هر سه رقم کاهش پیدا کند.

پیش‌تیمار کردن بذر با هورمون‌های رشد گیاهی نه تنها جوانه‌زنی و سبزشدن بلکه رشد و عملکرد نهایی گیاه را نیز تحت شرایط عادی و تنش آبی افزایش می‌دهد (Ahmad *et al.*, 1995). گیاهان تیمار داده شده با سالیسلیک‌اسید، مستقل از غلظت سالیسلیک‌اسید (۳-۱ میلی مول) و سطح تنش آب، به‌طور معمول محتوای رطوبتی، وزن خشک، فعالیت کربوکسیلازی رابیسکویی، فعالیت سوپر- اکسید دیسموتاز (SOD) و کلروفیل کل بالاتری را در مقایسه با گیاهچه‌های تیمار نشده، نشان می‌دهند (Singh and Usha, 2003). در شرایط تنش آبی، تیمار سالیسلیک‌اسید، فعالیت نیترات‌ریداکتاز را محافظت می‌کند و محتوای پروتئین و نیتروژن برگ‌ها را در مقایسه با گیاهچه‌هایی که در شرایط آب کافی بودند، نگه‌می‌دارد. نتایج به نقش سالیسلیک‌اسید در تنظیم پاسخ خشکی گیاهان دلالت داشته و پیشنهاد می‌کنند که سالیسلیک‌اسید می‌تواند به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد بالقوه برای بهبود رشد گیاه تحت تنش آبی مورد استفاده واقع شود. سالیسلیک‌اسید و استیل سالیسلیک اسید بطور مؤثری گیاهان گوجه‌فرنگی و لوبیا را بر علیه تنش خشکی در غلظت‌های ۰/۱ میلی‌مول و ۰/۵ میلی‌مول محافظت می‌کنند که در نهایت باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان در این شرایط می‌شوند (Senaranta *et al.*, 2000). در مطالعه حاضر نیز اعمال تنش کم‌آبی باعث کاهش عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی گردید که با نتایج بالا مطابقت دارد (جدول۲). به‌طور کلی تنش کم‌آبی در مرحله گل‌دهی موجب ریزش گل‌ها، سقط دانه‌های تازه تشکیل شده، کاهش طول دوره‌ی تشکیل اندام‌های زایشی و در نتیجه کاهش تعداد غلاف‌ها می‌شود در حالی‌که اعمال تنش در مرحله غلاف‌بندی به دلیل کاهش در وزن ۱۰۰ دانه موجب کاهش عملکرد می‌شود (Shekari, 2006).

جدول۲- مقایسه میانگین تأثیر سطوح آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی تحت تنش کم‌آبی در مرحله‌ی زایشی
Table 2. Mean comparison effect of levels of irrigation on yield and yield components of cowpea (*Vigna unguiculata*) under water deficit at reproductive stage

صفات (Traits) / تیمار (Treatment)	طول غلاف در شاخه اصلی Length of pod in stem (cm)	طول غلاف در شاخه های فرعی Length of pod in branches (cm)	تعداد دانه در غلاف شاخه اصلی number of seeds in pod of stem	تعداد دانه در غلاف شاخه های فرعی number of seeds in pod of branches	وزن ۱۰۰ دانه غلاف شاخه های فرعی 100 seeds weight in pod of branches (g)	شاخص برداشت harvest index (%)
آبیاری (Normal irrigation)	18.97 a	16.84 a	13.97 a	9.41 a	26.09 a	30.10 a
تنش‌کم‌آبی در مرحله گلدهی (Water deficit at flowering)	18.26 b	16.71 a	13.32 b	8.436 b	23.60 b	27.27 b
تنش‌کم‌آبی در مرحله غلاف‌دهی (Water deficit at podding)	17.63 c	15.59 b	8.445 c	5.794 c	21.03 c	24.74 c

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند در سطح $\alpha=0.05$ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means within each column with at least a letter in common are not significantly different at $\alpha= 0.05$.

شاخص برداشت

بذور پرایم شده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومولار سالسیلیک‌اسید، بالاترین شاخص برداشت را دارا بودند که اختلاف معنی‌داری با بذور پرایم شده با غلظت ۳۶۰۰ میکرومولار سالیسلیک‌اسید نداشتند ولی اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها نشان دادند. تیمار شاهد، پایین‌ترین مقدار شاخص

برداشت را داشت و با بذور پرایم شده با غلظت ۹۰۰ و ۱۸۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید، اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول۳).

شاخص برداشت یکی از شاخص‌های مهم فیزیولوژیک است که بیان‌گر درصد انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های رویشی گیاه به دانه‌هاست. به نظر می‌رسد این شاخص تحت تنش‌های محیطی و به‌ویژه زمان وقوع آن، تغییرات متفاوتی نشان می‌دهد. Zecevic & Knezevic (2005) بیان‌کردند که صفت شاخص برداشت توسط عوامل ژنتیک و محیطی کنترل می‌شود اما نقش عوامل ژنتیک در کنترل این صفت به مراتب بیشتر است. Wright *et al.* (1998) بیان کردند که تنش کم‌آبی در طول دوره طویل شدن ساقه‌ی کلزا، باعث افزایش شاخص برداشت می‌شود. زیرا تنش کم‌آبی در طویل شدن ساقه بر تولید ماده خشک کاه و کلش بیش از عملکرد دانه اثر می‌گذارد. Shekari (2001) نیز در بررسی صفات تحمل به خشکی در لوبیا گزارش نمود که بالا بودن عملکرد اقتصادی در تیمار اعمال تنش در مرحله رویشی، باعث بالا رفتن شاخص برداشت گردیده است و پایین‌ترین شاخص برداشت در تیمار اعمال تنش در مرحله گل‌دهی بود. از آنجایی که شاخص برداشت بیان‌گر درصد انتقال مواد آلی ساخته شده از منبع به مخزن می‌باشد درنتیجه گیاهان با شاخص برداشت بالا قادرند کربوهیدرات بیشتری را از اندام‌های سبز به دانه‌ها منتقل کنند و به همین دلیل عملکرد بالایی را از خود نشان می‌دهند. Richard *et al.* (2002) گزارش کردند که شاخص برداشت بالا تحت شرایط تنش کم‌آبی ممکن است مربوط به سازگاری به تنش بوده و همچنین بهبود عملکرد در دوره پُرشدن دانه، به خاطر تحرّک مجدد ذخایر ساقه باشد (Reynolds *et al.*, 2005). Venkatraman *et al.* (2007) اظهار داشتند که در هر نوع شرایط محیطی، عملکرد دانه در هر گیاهی حاصل عمل بیوماس و شاخص برداشت است، از این رو برای رسیدن به حداکثر عملکرد گیاه، بایستی هم بیوماس و هم شاخص برداشت افزایش یابد. بنا برگزارش Fischer *et al.* (1998) بهبود عملکرد با افزایش شاخص برداشت و به‌ویژه با افزایش دانه در متر مربع همبستگی دارد.

جدول۳- مقایسه میانگین تأثیر پرایمینگ سالیسلیک‌اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی تحت تنش کم‌آبی در مرحله‌ی زایشی

Table 3. Mean comparison effect of salicylic acid priming on yield and yield components of cowpea (*Vigna unguiculata*) under water deficit at reproductive stage

صفات (Traits) / سالیسلیک‌اسید (Salicylic acid) (µm)	طول غلاف در شاخه اصلی Length of pod in stem (cm)	طول غلاف در شاخه های فرعی Length of pod in branches (cm)	تعداد دانه در غلاف شاخه اصلی number of seeds in pod of stem	تعداد دانه در غلاف شاخه های فرعی number of seeds in pod of branches	وزن ۱۰۰ دانه غلاف شاخه های فرعی 100 seeds weight in pod of branches (g)	شاخص برداشت harvest index (%)
0	17.08 c	14.99 d	10.37 d	6.821 e	21.55 d	25.67 b
900	17.36 c	15.78 c	12.00 bc	7.364 d	22.74 c	25.83 b
1800	18.88 b	16.16 c	11.57 c	7.838 c	24.63 ab	27.01 b
2700	19.33 a	17.90 a	13.11 a	9.056 a	25.25 a	29.5 a
3600	18.79 b	17.07 b	12.51 ab	8.321 b	23.69 bc	28.7 a

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل یک حرف مشترک دارند، در سطح $\alpha= 0.05$ اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means within each column with at least a letter in common are not significantly different at $\alpha= 0.05$.

در مطالعه‌ی حاضر، اِعمال تنش کم‌آبی در زمان شروع گل‌دهی و غلاف‌بندی باعث کاهش شاخص برداشت گیاه شد (جدول۲) که با نتایج دیگر محققان مطابقت دارد (Shekari, 2001؛ Sinaki *et al.*, 2007). میزان کاهش شاخص برداشت در بذور پرایم شده با سالیسلیک‌اسید کمتر بود که می‌تواند به دلیل اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی ذخیره شده به اندام‌های زایشی و غلاف‌های در حال تشکیل باشد.

پرایمینگ بذور با سالیسلیک‌اسید باعث افزایش شاخص سبز و درصد سبزکردن، سطح برگ، محتوای نسبی آب، سرعت فتوسنتز، شدت تعرق، هدایت روزنه‌ای، محتوای کلروفیل، محتوای پرولین برگ، پایداری غشای سلولی و کاهش تعداد روز تا گل‌دهی، میزان CO_2 درون روزنه‌ای و محتوای قند محلول برگ شد (Pakmehr, 2009) که ممکن است مجموعه این عوامل باعث افزایش طول غلاف در شاخه‌ی اصلی و فرعی، تعداد غلاف در شاخه‌ی اصلی و فرعی، تعداد دانه در غلاف شاخه‌ی اصلی و فرعی، وزن۱۰۰دانه در غلاف شاخه‌ی اصلی و

فرعی، بیوماس، عملکرد دانه و شاخص برداشت در هر دو شرایط عادی و تنش شده باشد. همچنین همبستگی بالای بین صفات اندازه‌گیری شده با عملکرد دانه، تأییدی بر این نتیجه است. وجود همبستگی بالا و بسیار معنی‌دار بین بیوماس و عملکرد کل نشان می‌دهد شرایط یا تیمارهایی که باعث شوند تا گیاه بتواند تجمع و تولید ماده خشک بیشتری را تولید کند باعث خواهد شد تا میزان عملکرد نیز افزایش یابد. در نهایت بذور پرایم شده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسلیک‌اسید با عملکرد ۴۴۲۴، ۳۴۳۷ و ۲۴۷۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در شرایط آبیاری و تنش‌کم‌آبی در مرحله گل‌دهی و غلاف‌بندی بیشترین عملکرد را داشتند.

منابع

1. Abid, H., Chadhary, M.R., Wajid, A., Ahmad, A., Ibrahim, M.R.M., and Goheer, A.R. 2004. Influence of water stress on growth, yield and radiation use efficiency of various wheat cultivars. Int. J. Agric. Bio. 6: 1074-1079.
2. Ahmad, A., Haque, I., and Aziz, O. 1995. Physiomorphological changes in triticale improved by pyridoxine applied through grain soaking. Acta Agron. Hung. 43: 211-221.
3. Chaves, M.M. 1991. Effects of water deficits on carbon assimilation. J. Exp. Bot. 42: 1-16.
4. De Carvalho, M.H.C., Laffray, D., and Louguet, P. 1998. Comparison of the physiological responses of *Phaseolus vulgaris* and *Vigna unguiculata* cultivars when submitted to drought conditions. Environ. Exp. Bot. 40: 197-207.
5. Ehlers, J.D., and Hall, A.E. 1997. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). Field Crops Res. 53: 187-204.
6. El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley Grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Reg. 45: 215-225.
7. Fariduddin, Q., Hayat, S., and Ahmad, A. 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. Photosynthetica 41: 281-284.
8. Fienebaum, V., Santos, D.S., and Tillmann, M.A. 1991. Influence of water deficit on the yield components of three bean cultivars. Pesquisa-Agropecuaria Breasileria 26: 275-280.
9. Fischer, R.A., Rees, D., Sayre, K.D., Lu, Z.M., Condon, A.G., and Larque Saavedra, A. 1998. Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate and cooler canopier. Crop Sci. 38: 1467-1475.
10. Hurly, R., Van, F., Staden, J., and Smith, M.T. 1991. Improved germination in seeds of guayule (*Parthenium argentatum* Gray) following polyethylene glycol and gibberellic acid pretreatments. Ann. Appl. Biol. 118: 175-184.
11. Iqbal, M., Ashraf, M., Jamil, A., and Shafiq, U.R.M. 2006. Does seed priming induce changes in the levels of some endogenous plant hormones in hexaploid wheat plant under salt stress? J. Integrative Plant Biol. 48: 181-189.
12. Korir, P.C., Nyabundi, J.O., and Kimurto, P.K. 2006. Genotypic response common bean to moisture stress conditions in Kenya. Asian. J. Plant Sci. 5: 24-32.
13. Lee, H., León, J., and Raskin, I. 1995. Biosynthesis and metabolism of salicylic acid. Proc. Natl. Acad. Sci. 92: 4076-4079.
14. Lee, S.S., Kim, J.H., Hong, S.B., Yuu, S.H., and Park, E.H. 1998. Priming effect of rice seeds on seedling establishment under adverse soil conditions. Korean J. Crop Sci. 43: 194-198.

15.Martin-Mex, R., and Larqué-Saavedra, A. 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 1-5, 2001. p. 97-99.
16.Muuhouche, B., Ruget, F., and Delecolle, R. 1998. Effects of water stress applied at different phonological phases on yield components of dwarf bean. Agronomie 18: 197-207.
17.Neinhus. J., and Singh, S.D. 1988. Genetic of seed yield and its components in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of Middle American origin. Plant. Breed. 101: 143-163.
18.Osbame, S.L., Schepers, J.S., Franceis, D.D., and Schlemer, M.R. 2002. Use of spectral radiance to in season biomass and grain yield in nitrogen and water- stressed corn. Crop Sci. 42: 165-171.
19. Pakmehr, A. 2009. Effect of priming by salicylic acid on morphological and physiological traits of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) under water deficit. MSc. Thesis, Faculty of Agriculture, Zanjan University.
20.Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol. 43: 439-463.
21.Reynolds, M.P., Mujeeb-Kazi, A., and Sawkins, M. 2005. Prospects for utilizing plant-adaptive mechanisms to improve wheat and other crops in drought and salinity-prone environments. Ann. Appl. Biol. 146: 239-259.
22.Richard, R.A., Condon, A.G., and Rebetzke, G.J. 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. p: 88-100.
23.Rigoberto, R.S., Josue, K.S., Jorge Alberto, A.G., Carlos, T.L., Joaquın, O.C., and Kelly, J.D. 2004. Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought-stressed common bean cultivars. Field Crops Res. 85: 203-211.
24.Rosales-Serna, R., Ramirez, P.V., Acosta-Gallegos, J.A., Castill, F.G., and Kelly, J.D. 2000. Rendimiento de grano y tolerancia a lasequıa del frijol comun en condiciones de campo. Agrociencia 34: 153-165.
25.Sandor, D., Istvan, M., Judit, P., Agota, C., Réka, T., and Marta, M. 2006. Effects of drought on photosynthetic parameters and heat stability of PSII in wheat and in *Aegilops* species originating from dry habitats. Acta Biologica Szegediensishttp 50: 11-17. Available at website http://www.sci.u szeged.hu/ABS.
26.Sandoval-Yepiz, M.R. 2004. Reguladores de crecimiento XXIII: Efecto del acido salicilicoen la biomasa Del cempazc̆hitl (*Tagetes erecta*). Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnoĺgico Agropecuario, Conkal, Yucatan, México.
27.Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E., and Dixon, K. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regul. 30: 157-161.
28.Shekari, F. 2001. Evaluation of common bean characters to drought stress tolerance. Final Report of Research Project of Institute of Agricultural Physiology and Biotechnology of Zanjan University.
29.Shekari, F. 2006. Response of common bean to water shortage. Final Report of Research Project of Institute of Agricultural Physiology and Biotechnology of Zanjan University.
30.Sinaki, J.M., Heravan, E.M., Shirani Rad, A.H., Noormohammadi, G.H., and Zarei, G.H. 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 2: 417-422.
31.Singh, B., and Usha, K. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regul. 39: 137-141.
32.Souza, R.P., Machado, E.C., Silva, J.A.B., Lagˆoa, M.A., and Silveira, J.A.G. 2004. Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and some associated metabolic changes in cowpea (*Vigna unguiculata*) during water stress and recovery. Environ and Exp. Bot. 51: 45-56.
33.Valenzuela, H., and Smith, J. 2002. Cowpea. Sustainable Agriculture Green Manure Crops. pp. 1-3.

34. Venkatraman, S., Hegde, S., Yadav, S., and Kumar, J. 2007. Heterosis and combining ability for biomass and harvest index in chickpea under a drought-prone, short-duration environment. Euphytica 157: 223- 230.
35. Wright, G.C., Smith, C.J., and Woodroofe, M.R. 1988. The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on rapeseed production in southeastern Australia. Irrig. Sci. 55: 525-538.
36. Zecevic, V., and Knezevic, D. 2005. Variability and components of variance for harvest index in wheat (*Triticum aestivum* L.). Genetica 37: 173-179.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 2, No. 1, 2011, p. 53-64

Effect of Salicylic acid priming on yield and yield components of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) under water deficit at reproductive stage

Pak Mehr[1*], A., Rastgoo[2], M., Shekari[3], F., Saba[3], J., Vazayefi[1], M. & Zangani[1], A.

1- MSc. in Agronomy
2- Assistant professor of Agronomy Department, Ferdowsi University of Mashhad
3- Assistant professor of Agronomy Department, Zanjan University

Received: 23 December 2009
Accepted: 8 August 2010

Abstract

Effects of seed priming by salicylic acid on yield and yield components of cowpea (*Vigna unguiculata*) cultivar "Parastou" were investigated under water deficit conditions. Experiment was carried out as a split block design with three replications in 2008-2009 at research station of Zanjan University. Factors included drought stress as main factor with three levels (normal irrigation, application of water deficit at flowering and podding stages) and priming with salicylic acid as a sub factor with five levels (0, 900, 1800, 2700, 3600 µM). Irrigation and salicylic acid had significant effects on yield and yield components. Interaction between irrigation and salicylic acid was significant only for number of pods in stem, number of pods in branches, 100 seed weight, biomass and yield. Mean comparison showed that yield and yield components decreased in water deficit compared to irrigated treatment. Seed priming with salicylic acid increased pods length, number of pods, number of seeds, 100 seed weight, biomass, yield and harvest index in both irrigated and water deficit conditions. Seed priming with 2700 µM salicylic acid increased yield and yield components compared to other treatments in irrigated and water deficit conditions where 4424, 3437 and 2475 $kg.ha^{-1}$ yield achieved in regular irrigation, water stress at flowering stage and at podding stage, respectively.

Key words: Cowpea, salicylic acid, seed priming, water deficit, yield

[*] **Corresponding Author:** E-mail: ArashPakmehr@gmail.com