

تأثیر پرایمینگ سالیسیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی تحت تنش کم آبی در مرحله زایشی

آرش پاک‌مهر^{۱*}، مهدی راستگو^۲، فرید شکاری^۲، جلال صبا^۲، مریم وظایفی^۱ و اسماعیل زنگانی^۱

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

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

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ، تنش کم‌آبی، سالیسیک اسید، عملکرد، لوبیا چشم‌بلبلی

مقدمه

محصول زراعی مهمی است که به‌طور وسیعی در مناطق گرم آفریقا، آسیا و آمریکا رشد می‌کند و اغلب به‌عنوان 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 پسابدگی بافت جلوگیری کند اگرچه این راهبرد به واسطه بسته شدن روزنه‌ها ممکن است باعث کاهش در

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

* نویسنده مسئول: دانشگاه زنجان، کیلومتر ۶ جاده تبریز، دانشکده کشاورزی

پست الکترونیک: ArashPakmehr@gmail.com

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 لوبیا چشم‌بلبلی رقم پرستو استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل پیش‌تیمار به‌وسیله‌ی سالیسیلیک‌اسید به‌عنوان عامل فرعی در پنج سطح (صفر، ۹۰۰، ۱۸۰۰، ۲۷۰۰ و ۳۶۰۰ میکرومولار) و آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح (آبیاری، تنش کم‌آبی در زمان گل‌دهی و تنش کم‌آبی در زمان غلاف‌بندی) انجام شد. جهت انجام پرایمینگ بذر پس از تهیه دوزهای مختلف سالیسیلیک‌اسید، بذرهای لوبیا چشم‌بلبلی به مدت چهار ساعت در دمای چهار درجه سانتی‌گراد تحت تیمارهای مختلف سالیسیلیک‌اسید غوطه‌ور شدند. سپس بذرها در دمای اتاق خشک شده و پس از ضدعفونی با قارچ‌کش ویتاواکس در مزرعه به صورت آزمایش بلوک خرد 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 علف‌های هرز که شامل تاج‌خروس، سلمه‌تره و توق بودند به‌صورت دستی وجین گردیدند. پس از گذشت ۹۰ روز از زمان کاشت، تنش کم‌آبی 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 ۱/۵ متر 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 ۱۰۰ دانه اندازه‌گیری شد. بر اساس داده‌های عملکرد دانه و بیولوژیک، شاخص برداشت نیز طبق معادله ۱ تعیین شد.

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

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

آسمیلاسیون CO₂ و کاهش رشد و عملکرد شود (Chaves et al., 1991).

Neinhus & Singh (1988) بیان داشتند که عملکرد لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یک صفت کمی 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 پُردن 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 پُردن 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) 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.

سالیسیلیک‌اسید 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، تکامل گیاه، 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 سالیسیلیک‌اسید 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

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه نشان داد که اثر آبیاری و سالیسیلیک‌اسید بر تمام صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود و از سوی دیگر اثر متقابل آبیاری × سالیسیلیک‌اسید تنها برای تعداد غلاف در شاخه‌ی اصلی و فرعی، وزن ۱۰۰ دانه در غلاف شاخه‌ی اصلی، بیوماس و عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱).

جهت آنالیز آماری داده‌های جمع‌آوری شده، از نرم‌افزارهای آماری MSTAT-C و SPSS استفاده شد و میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند. توزیع داده‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار Minitab آزمون شد و با توجه به نرمال بودن توزیع داده‌ها، تبدیلی صورت نگرفت.

جدول ۱- تأثیر پرایمینگ سالیسیلیک‌اسید 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

S.O.V	منابع تغییر	df	میانگین مربعات MS				تعداد دانه در غلاف شاخه اصلی	تعداد دانه در غلاف شاخه فرعی
			طول غلاف در شاخه اصلی	طول غلاف در شاخه‌های فرعی	تعداد غلاف در شاخه اصلی	تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی		
			Length of pod in stem	Length of pod in branches	number of pods in stem	number of pods in branches	number of seed in pod of stem	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 آزمایشی ۱	4	0.22	0.43	0.21	1.46	1.17	0.309
Salicylic acid priming (B)	سالیسیلیک‌اسید (B)	4	8.99**	11.51**	5.15**	13.44**	9.6**	6.67**
Error(b)	اشتباه آزمایشی ۲	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 آزمایشی ۳	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	df	وزن ۱۰۰ دانه در غلاف شاخه اصلی	وزن ۱۰۰ دانه در غلاف شاخه‌های فرعی	بیوماس	عملکرد دانه	شاخص برداشت
			Number of seeds in pod of stem	Number of seeds in pod of branches	Biomass	Seed yield	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 آزمایشی ۱	4	1.608	3.85	985550.14	3569.86	11.58
Salicylic acid priming (B)	سالیسیلیک‌اسید (B)	4	10.79**	19.62**	48901364.5**	5695219.43**	27.76**
Error(b)	اشتباه آزمایشی ۲	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 آزمایشی ۳	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

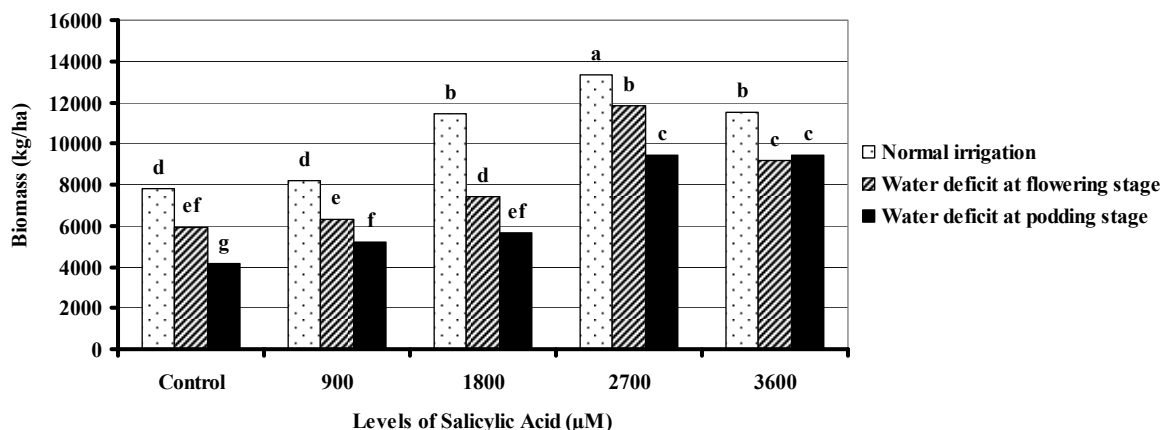
n.s, * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح $\alpha = 0.05$ و $\alpha = 0.01$.

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

دارا بودند. کمترین عملکرد نیز مربوط به تیمار شاهد در زمان اعمال تنش در مرحله غلاف‌بندی بود (شکل ۱).

عملکرد بیولوژیک

بذور پرایم شده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید، بالاترین عملکرد بیولوژیک را در شرایط آبیاری



شکل ۱- اثر متقابل سالیسیلیک‌اسید و تنش کم آبی بر بیوماس
 Fig. 1. Interaction between irrigation and salicylic acid on biomass

گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد پرایمینگ بذری با غلظت‌های بهینه‌ی هورمون‌های رشد گیاهی به‌طور مؤثری موجب افزایش قابل‌توجه در جوانه‌زنی، سبز شدن، 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 سالیسیلات‌ها روی گیاهان، رشد قسمت‌های هوایی را در گونه‌های مختلف گیاهی، مثل کلیتوریا^۲ که تولید بیوماس به عنوان علوفه برای تغذیه حیوانات مهم است، افزایش می‌دهد (Martin-mex & Larque-Saavedra, 2001). در گیاهان زینتی نیز کاربرد سالیسیلات‌ها باعث افزایش بیوماس می‌شود. Faridudin *et al.* (2003) غلظت‌های متفاوت سالیسیلیک‌اسید را در گیاه خردل هندی (*Brassica juncea*) به کار 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 سالیسیلیک‌اسید، افزایش یافت (Sandoval-Yepiz, 2004). در مطالعه حاضر، اعمال تنش کم‌آبی در دو زمان شروع گل‌دهی و تشکیل نیام، باعث کاهش بیوماس گیاه شد (جدول ۲) زیرا تنش خشکی، تولید بیوماس را به سبب جلوگیری از رشد گیاه، محدود می‌کند

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 در میان 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 (۰/۹۹۷) و اعمال تنش در زمان گل‌دهی (۰/۹۹۷) و غلاف‌بندی (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.

² Clitoria

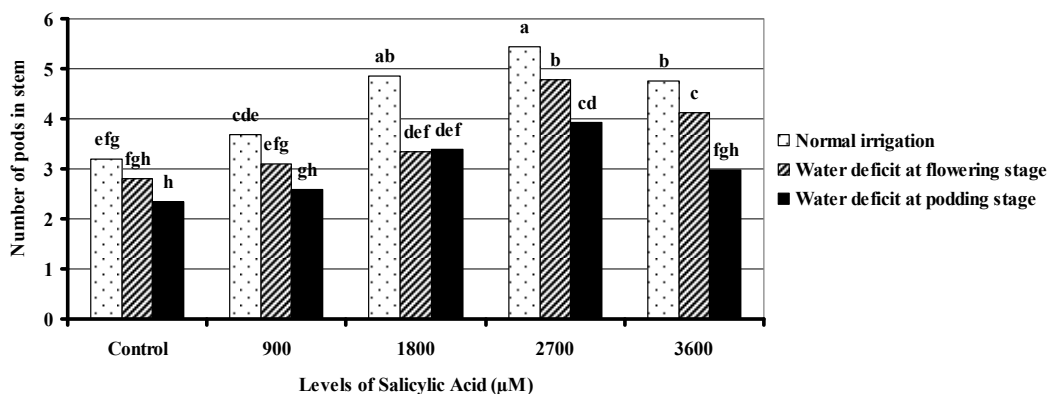
شده با غلظت ۱۸۰۰ میکرومولار سالیسیک‌اسید اختلاف معنی‌داری نداشتند. کمترین تعداد غلاف در شاخه‌ی اصلی مربوط به تیمار شاهد در زمان اعمال تنش در مرحله غلاف‌بندی بود (شکل ۲).

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 سالیسیک‌اسید اختلاف معنی‌داری نداشتند. کمترین تعداد غلاف در شاخه‌های فرعی مربوط به تیمار شاهد و ۳۶۰۰ میکرومولار سالیسیک‌اسید در زمان اعمال تنش در مرحله غلاف‌بندی بود (شکل ۳).

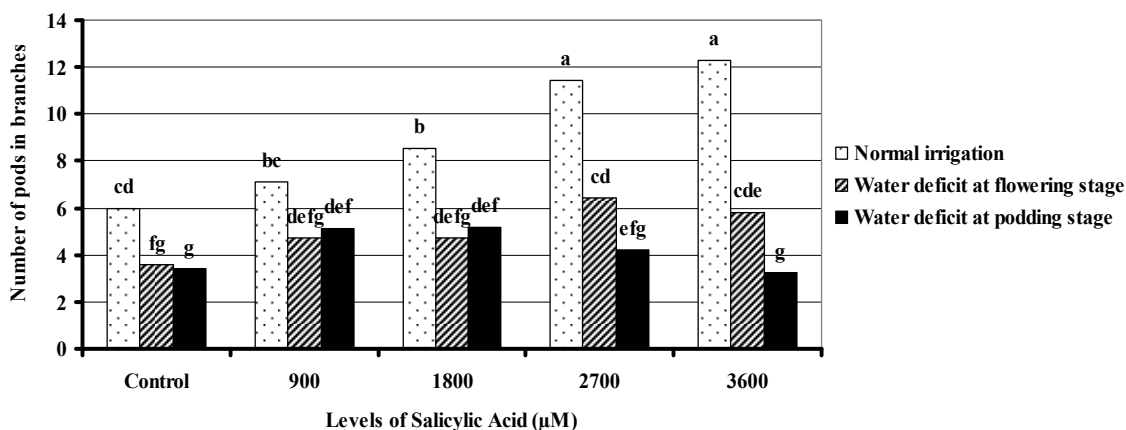
(Sandor *et al.*, 2006). ولی از آنجایی که پرایمینگ بذور با سالیسیک‌اسید منجر به بهبود رشد گیاهان تحت شرایط نرمال و خشکی شده بود در نتیجه بیوماس گیاهان پرایم شده تحت شرایط تنش کم‌آبی، کمتر کاهش یافت که با نتایج بالا مطابقت دارد.

عملکرد و اجزای عملکرد دانه

بذور پرایم شده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیک‌اسید، بیشترین طول غلاف در شاخه‌ی اصلی و فرعی را دارا بودند. کمترین طول غلاف در شاخه‌ی اصلی و فرعی مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳). بیشترین تعداد غلاف در شاخه‌ی اصلی را بذور پرایم شده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیک‌اسید در شرایط آبیاری دارا بودند و با بذور پرایم



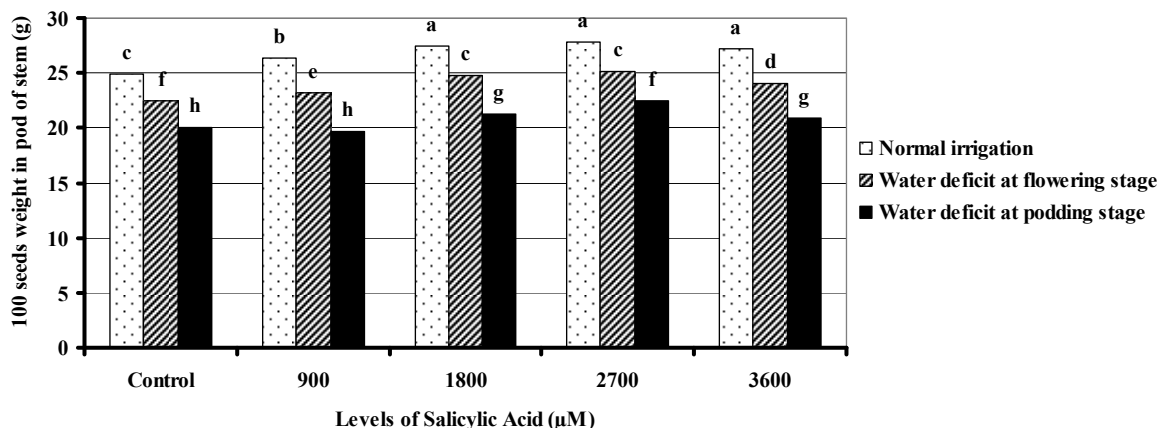
شکل ۲- اثر متقابل سالیسیک‌اسید و تنش کم‌آبی روی تعداد غلاف‌ها در شاخه‌ی اصلی
 Fig. 2. Interaction between irrigation and salicylic acid on number of pods in stem



شکل ۳- اثر متقابل سالیسیک‌اسید و تنش کم‌آبی روی تعداد غلاف‌ها در شاخه‌های فرعی
 Fig. 3. Interaction between irrigation and salicylic acid on number of pods in branches

بودند و از این لحاظ با بذور پرایم شده با غلظت ۱۸۰۰ و ۳۶۰۰ میکرومولار سالیسیک‌اسید، اختلاف معنی‌داری نداشتند. کمترین وزن ۱۰۰ دانه در غلاف شاخه‌ی اصلی مربوط به تیمار شاهد و ۹۰۰ میکرومولار در زمان اعمال تنش در مرحله غلاف‌بندی بود (شکل ۴).

بذور پرایم شده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیک‌اسید، بیشترین تعداد دانه در غلاف شاخه‌ی اصلی و فرعی را دارا بودند. کمترین تعداد دانه در غلاف شاخه‌ی اصلی و فرعی مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳). بیشترین وزن ۱۰۰ دانه در غلاف شاخه‌ی اصلی را بذور پرایم شده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومولار در شرایط آبیاری دارا

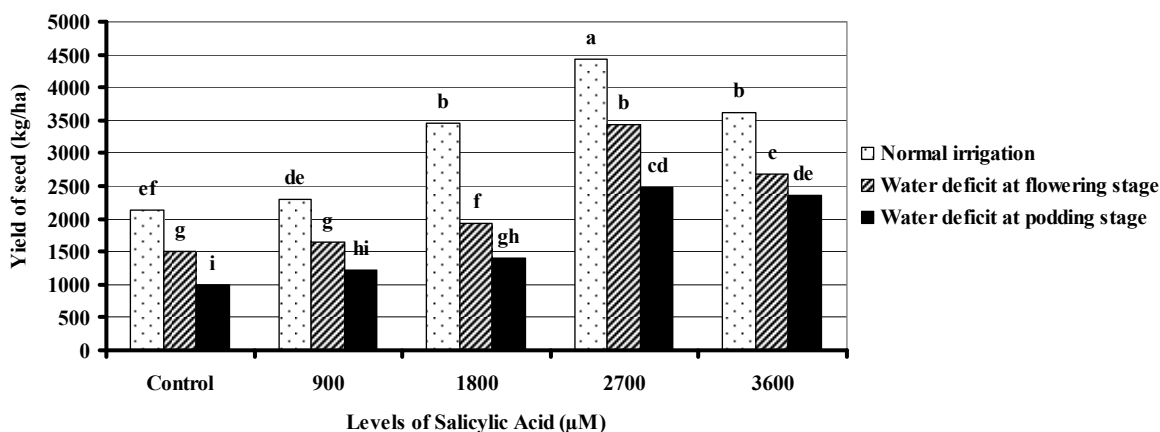


شکل ۴- اثر متقابل سالیسیک‌اسید و تنش کم‌آبی روی وزن ۱۰۰ دانه شاخه‌ی اصلی

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

بذور پرایم شده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیک‌اسید، بیشترین 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 (شکل ۵).

بیشترین وزن ۱۰۰ دانه در غلاف شاخه‌های فرعی را بذور پرایم شده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیک‌اسید، دارا بودند و از این لحاظ با بذور پرایم شده با غلظت ۱۸۰۰ میکرومولار، اختلاف معنی‌داری نداشتند. کمترین وزن ۱۰۰ دانه در غلاف شاخه‌های فرعی مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳).



شکل ۵- اثر متقابل سالیسیک‌اسید و تنش کم‌آبی روی عملکرد دانه

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

کربوکسیلازی رابیسکووی، 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 سالیسیک‌اسید، 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 سالیسیک‌اسید در تنظیم پاسخ خشکی گیاهان دلالت داشته و پیشنهاد می‌کنند که سالیسیک‌اسید می‌تواند به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد بالقوه برای بهبود رشد گیاه تحت تنش آبی مورد استفاده واقع شود. سالیسیک‌اسید و استیل سالیسیک‌اسید 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 (جدول ۲). 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).

(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 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 تأثیر گذاشته و باعث کاهش وزن ۱۰۰ دانه می‌گردد (Shekari, 2006). (Fienebaum *et al.* (1991). 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 سبز شدن 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 سالیسیک‌اسید، مستقل از غلظت سالیسیک‌اسید (۳-۱ میلی‌مول) و سطح تنش آب، به‌طور معمول محتوای رطوبتی، وزن خشک، فعالیت

جدول ۲- 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)	طول غلاف در شاخه اصلی	طول غلاف در شاخه‌های فرعی	تعداد دانه در غلاف شاخه اصلی	تعداد دانه در غلاف شاخه‌های فرعی	وزن ۱۰۰ دانه	شاخص برداشت
	Length of pod in stem (cm)	Length of pod in branches (cm)	number of seeds in pod of stem	number of seeds in pod of branches	100 seeds weight in pod of branches (g)	harvest index (%)
تیمار (Treatment)	(cm)	(cm)			(g)	(%)
آبیاری (Normal irrigation)	18.97 a	16.84 a	13.97 a	9.41 a	26.09 a	30.10 a
تنش کم‌آبی 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
تنش کم‌آبی 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 $\alpha=0.05$.

اختلاف معنی‌داری با بذور پرایم شده با غلظت ۳۶۰۰ میکرومولار سالیسیک‌اسید نداشتند ولی اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها نشان دادند. تیمار شاهد، پایین‌ترین مقدار شاخص

شاخص برداشت

بذور پرایم شده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیک‌اسید، بالاترین شاخص برداشت را دارا بودند که

برداشت را داشت و با بذور پرایم شده با غلظت ۹۰۰ و ۱۸۰۰ میکرومولار سالیسیلیک‌اسید، اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). 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) بیان کردند 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 در نتیجه 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 تحرک 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 بر گزارش (Fischer et al. 1998) بهبود عملکرد با افزایش شاخص برداشت و به‌ویژه با افزایش دانه در متر مربع همبستگی دارد.

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر پرایمینگ سالیسیلیک‌اسید 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)	طول غلاف در شاخه اصلی	طول غلاف در شاخه‌های فرعی	تعداد دانه در غلاف شاخه اصلی	تعداد دانه در غلاف شاخه‌های فرعی	وزن ۱۰۰ دانه	شاخص برداشت
سالیسیلیک‌اسید (Salicylic acid) (μm)	Length of pod in stem (cm)	Length of pod in branches (cm)	number of seeds in pod of stem	number of seeds in pod of branches	100 seeds weight in pod of branches (g)	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 $\alpha=0.05$.

سبز و درصد سبز کردن، 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، وزن ۱۰۰ دانه در غلاف شاخه‌ی اصلی و

در مطالعه‌ی حاضر، اعمال تنش کم‌آبی در زمان شروع گل‌دهی و غلاف‌بندی باعث کاهش شاخص برداشت گیاه شد (جدول ۲) که با نتایج دیگر محققان مطابقت دارد (Shekari, 2001؛ Sinaki et al., 2007). میزان کاهش شاخص برداشت در بذور پرایم شده با سالیسیلیک‌اسید کمتر بود که می‌تواند به دلیل اختصاص بیشتر مواد فتوسنتزی ذخیره شده به اندام‌های زایشی و غلاف‌های در حال تشکیل باشد. پرایمینگ بذور با سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش شاخص

باعث خواهد شد تا میزان عملکرد نیز افزایش یابد. در نهایت بذور پرایم شده با غلظت ۲۷۰۰ میکرومولار سالیسیک‌اسید با عملکرد ۴۴۲۴، ۳۴۳۷ و ۲۴۷۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در شرایط آبیاری و تنش کم‌آبی در مرحله گل‌دهی و غلاف‌بندی بیشترین عملکرد را داشتند.

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

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 canopies. *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 phenological phases on yield components of dwarf bean. *Agronomie* 18: 197-207.
17. Neinhuis, 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 Schlemmer, 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., Joaquin, 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 la sequia 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 Szegediensis* 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 salicilico en la biomasa Del cempazchitl (*Tagetes erecta*). Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico 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., Lagôa, 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 Woodroffe, 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.

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., Rastgoo², M., Shekari³, F., Saba³, J., Vazayefi¹, M. & Zangani¹, 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 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ 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