



تأثیر اثر کاربرد برگی اسید سالیسیلیک بر وزن خشک، شاخص برداشت، عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) تحت تنش کم‌آبی

مالک اژدر افشاری^۱، فرید شکاری^{۲*}، کامران افصحی^۲، رقیه عظیم‌خانی^۳
 ۱. دانشجوی دکتری دانشگاه شاهد تهران. ۲. اعضای هیئت علمی دانشگاه زنجان.
 ۳. کارشناس ارشد دانشگاه زنجان.

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۷/۲۱

چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد برگی اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) رقم پرستو، تحت تنش کم‌آبی، آزمایشی در قالب طرح اسپلیت بلوک در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل تنش کمبود آب به‌عنوان فاکتور اول در ۳ سطح (شاهد یا آبیاری منظم، اعمال تنش در زمان شروع گلدهی تا ۵۰٪ گلدهی و اعمال تنش در زمان شروع تشکیل نیام تا تشکیل ۵۰٪ نیام‌ها) و کاربرد برگی با اسید سالیسیلیک، به‌عنوان فاکتور دوم در پنج سطح، شامل سطوح صفر، ۱۵۰، ۳۰۰، ۴۵۰ و ۶۰۰ میکرومولار بود. نتایج نشان داد اعمال تنش کمبود آب باعث کاهش عملکرد در مقایسه با گیاهان شرایط غیر تنش گردید. کاربرد اسید سالیسیلیک در سطوح ۴۵۰ میکرومولار باعث افزایش عملکرد، شاخص برداشت، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه نسبت به تیمار شاهد گردید. در تیمارهای غیر تنش و اعمال تنش در مرحله غلاف‌دهی، سطح ۱۵۰ میکرومولار باعث افزایش شاخص برداشت گردید. تنش کمبود آب در هر دو مرحله گلدهی و غلاف‌دهی باعث کاهش وزن خشک بوته گردید. در تیمارهای غیر تنش و اعمال تنش در مرحله گلدهی سطوح ۱۵۰ و ۳۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک باعث افزایش وزن خشک بوته گردید. به‌طور کلی به نظر می‌رسد اسید سالیسیلیک در سطوح ۱۵۰ و ۳۰۰ میکرومولار به‌عنوان یک محافظ می‌تواند باعث کاهش خسارت ناشی از کمبود آب در گیاه لوبیا چشم‌بلبلی گردد.

واژه‌های کلیدی: گلدهی، غلاف‌دهی، غلظت اسید سالیسیلیک، تنشک تبخیر.

مقدمه

نگهداری پتانسیل آب برگی بالا یا محتوای رطوبت نسبی برگی بالا طی تنش خشکی است (Bates and Hall, 1981; Souza et al., 2004)، که در نتیجه از پسابیدگی بافت جلوگیری می‌کند. اگرچه این راهبرد به‌واسطه بسته شدن روزنه‌ها، ممکن است باعث کاهش در اسیمیلاسیون CO₂ و کاهش رشد و عملکرد شود (Chaves, 2004). خشکی، رشد و توسعه گیاه را کاهش می‌دهد و به‌طور مشخصی از تولید گل و پر کردن دانه ممانعت می‌کند که نتیجه آن تولید دانه کمتر و کوچک‌تر است. کاهش در پر کردن دانه‌ها به‌واسطه کاهش در تسهیم آسمیلات‌ها و فعالیت‌های آنزیم‌های ساکارز و نشاسته سنتاز رخ می‌دهد

تنش‌های محیطی از مباحث مهم در زیست‌شناسی گیاهی می‌باشند که باعث اختلال در رشد، متابولیسم و عملکرد گیاهان می‌گردند. چندین عامل زیستی و غیر زیستی در رشد گیاهان نقش دارند (Lichtenthaler, 1998). از مهم‌ترین عوامل محیطی در رشد گیاهان می‌توان به میزان در دسترس بودن آب محیط گیاه اشاره کرد. آسیب تنش خشکی در رشد و نمو گیاهان به‌صورت‌های مختلف انجام می‌گیرد. این امر ممکن است ناشی از بازداشتن رشد سلول‌ها باشد که موجب کاهش بیومس تولیدی می‌گردد (Ashraf and Mehmood, 1990). طبق مطالعات انجام‌شده، مشخص شده است که لوبیا چشم‌بلبلی قادر به

هورمون اسید سالیسیلیک جهت بهبود کارکردهای گیاه در شرایط تنش و غیر تنش بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در بهار سال ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در عرض شمالی ۳۶ درجه و ۴۱ دقیقه و طول شرقی ۴۸ درجه و ۲۷ دقیقه و با ارتفاع ۱۶۲۰ متر از سطح دریا انجام گرفت. آزمایش در قالب طرح اسپلٹ بلوک با ۳ تکرار اجرا شد. کاهش میزان آبیاری به‌عنوان عامل تنش در ۳ سطح شامل آبیاری منظم (شاهد) کاهش میزان آبیاری در مرحله ۵۰٪ گلهی (مرحله گلهی) کاهش میزان آبیاری زمانی که ۵۰٪ غلاف‌ها به‌اندازه ۳-۲ سانتی‌متر رسیدند (مرحله غلاف‌بندی) و عامل افشانه با اسید سالیسیلیک در ۵ سطح شامل عدم افشانه (شاهد)، افشانه با اسید سالیسیلیک در سطوح ۱۵۰، ۳۰۰، ۴۵۰ و ۶۰۰ میکرو مولار در مرحله ۱۰ برگی از مرحله رشد رویشی بود. هر کرت شامل ۵ ردیف کاشت به طول ۵ متر بود. فاصله ردیف‌ها از یکدیگر ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت صورت گرفت و آبیاری‌های بعدی با توجه به تیمارهای آزمایش و بر اساس تشتک تبخیر کلاس A انجام شد. معیار دور آبیاری برای تیمار شاهد کاهش مقدار آب از تشتک تبخیر کلاس A به میزان ۸۰ میلی‌متر و برای تیمارهای تحت تنش در مرحله تنش به میزان ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک بود.

وزن خشک کل گیاه در هنگام مرحله برداشت گیاه اندازه‌گیری گردید. جهت اندازه‌گیری بیومس بخش هوایی از هر کرت نمونه‌برداری به مساحت یک مترمربع بوته‌ها کف‌بر شده و در داخل پاکت‌های کاغذی در آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و پس از خشک شدن با ترازوی دقیق آزمایشگاهی وزن خشک کل گیاه برای هر کرت فرعی تعیین شد. جهت اندازه‌گیری تعداد غلاف در بوته، پس از رسیدگی فیزیولوژیک از هر کرت، ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد کل غلاف در ۱۰ بوته شمارش و سپس میانگین آن‌ها به‌عنوان تعداد غلاف در بوته محاسبه گردید. جهت اندازه‌گیری تعداد دانه در غلاف پس از جدا کردن دانه از غلاف و شمارش کل دانه‌ها، میانگین آن‌ها به‌عنوان تعداد دانه در غلاف محاسبه گردید. دانه‌های به‌دست‌آمده از عملکرد دانه، به‌طور تصادفی

(Ashraf et al, 1998). این مطلب کاملاً مشخص شده است که ترکیبات فنولی، نظیر اسید سالیسیلیک، تأثیرات خود را روی فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شامل فتوسنتز، جذب یون‌ها، نفوذپذیری غشاء، فعال کردن آنزیم‌ها، گل‌دهی، تولید حرارت و رشد و نمو گیاهان نشان می‌دهند. یک ترکیب طبیعی نظیر اسید سالیسیلیک می‌تواند به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد در گیاه عمل کند (Arberg, 1981). کاربرد اسید سالیسیلیک و استیل اسید سالیسیلیک و اسید جنتیسیک یا آنالوگ‌های دیگر اسید سالیسیلیک، در برگ‌های ذرت و سویا باعث افزایش سطح برگ و محصول خشک آن شد ولی ارتفاع گیاه و طول ریشه بدون اثر باقی ماند (Khan et al, 2003). فریدودین و همکاران (Fariduddin et al., 2003)، افزایش بیشینه‌ای در تجمع ماده خشک در غلظت 10^{-5} مولار مشاهده کردند که در برگ‌های گیاهان استقرار یافته *Brassica juncea* به‌کاررفته بود، اما غلظت‌های بالاتر اثر بازدارندگی داشتند. مهربان مقدم و همکاران (Mehrabian Moghaddam et al., 2011) در آزمایشی بر روی گیاه ذرت در دو سطح شاهد و تنش خشکی مشاهده نمودند که افشانه نمودن اسید سالیسیلیک در غلظت ۰/۱ میلی مولار در مرحله ۳ برگی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد نسبت به تیمار شاهد گردید که تأثیر اسید سالیسیلیک در زمان تنش خشکی بیشتر از زمان آبیاری بود. گزارش شده است اسپرین (فرم استیل اسید سالیسیلیک) منفذهای روزنه‌ای گیاهان لوبیا و کاملینا را تحت تأثیر قرار داد (Larqué-Saavedra, 1979). کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک به‌صورت کاربرد برگی در مرحله پنجه‌زنی گندم با غلظت ۰/۵ میلی مولار باعث افزایش عملکرد گندم به میزان ۲۱ درصد، تعداد سنبله در بوته به میزان ۴۲ درصد و وزن هزار دانه به میزان ۹ درصد در مقایسه با تیمار شاهد گردید. (Shoaa and Miri, 2012). کاربرد اسید سالیسیلیک در سطح ۲۷۰۰ میکرو مولار به‌صورت پرایمینگ در بذور لوبیا چشم‌بلبلی باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد به میزان ۴۰ درصد در زمان تنش خشکی گردید (Pakmehr et al., 2011).

با توجه به اهمیت خشکی و اثرات آن روی گیاهان، هدف آزمایش حاضر، بررسی اعمال تنش کنترل‌شده خشکی در دو مرحله مختلف فنولوژیک گلهی و غلاف‌دهی به‌منظور مقایسه و ارزیابی اثر تنش در کارکرد و عملکرد گیاه لوبیا چشم‌بلبلی در این مراحل و امکان استفاده از

غلاف لوبیا چشم‌بلبلی در اثر تنش کم‌آبی به میزان ۳۹ درصد کاهش پیدا کرد. ولی مصرف سالیسیلیک در سطح ۲۷۰۰ میکرو مولار به‌صورت پرایمینگ باعث کاهش خسارت تنش آبی گردید.

تعداد غلاف در بوته تنش خشکی در مرحله گلدهی باعث کاهش تعداد دانه در غلاف نسبت به تیمار شاهد و تیمار اعمال تنش در غلافدهی گردیده است که ناشی از حساسیت گیاه در زمان تشکیل غلاف نسبت به تأمین آب موردنیاز می‌باشد (جدول ۲). در بررسی تأثیر اسید سالیسیلیک بر تعداد غلاف در بوته مشاهده می‌گردد با افزایش سطوح غلظت هورمون تعداد غلاف افزایش یافته است و بالاترین تعداد غلاف مربوط به سطح هورمون ۴۵۰ میکرومولار می‌باشد و تفاوت معنی‌داری بین سطوح هورمون و تیمار شاهد مشاهده گردید (شکل ۲). همچنین، در سطح بدون تنش خشکی مشاهده شد کاربرد اسید سالیسیلیک در غلظت‌های پایین اثر بهتری را داشتند. فیصل و همکاران (Faisal et al., 2010) مشاهده کردند تنش خشکی در مرحله زایشی تا ۵۰ درصد باعث کاهش تعداد غلاف در دانه لوبیا چشم‌بلبلی نسبت به تیمار شاهد گردید. زیسکا و هال (Ziska and Hall, 1983) نتایج مشابهی را در کاهش تعداد غلاف در لوبیا چشم‌بلبلی بر اثر تنش خشکی به‌دست آوردند. آن‌ها بیان نمودند کاهش تعداد غلاف در بوته در زمان تنش خشکی ناشی از ریزش اندام‌های زایشی گیاه می‌باشد. اثر افزایش دهندگی اسید سالیسیلیک روی تعداد غلاف توسط مجد و همکاران (Majd et al., 2006) نیز گزارش شده بود. آن‌ها اعلام نمودند غلظت ۰/۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک باعث افزایش تعداد غلاف در بوته در گیاه نخود گردید.

شاخص برداشت تنش خشکی باعث کاهش شاخص برداشت نسبت به تیمارهای بدون تنش گردید. بالاترین شاخص برداشت مربوط به تیمار شاهد می‌باشد و کمترین شاخص برداشت مربوط به تیمار تنش گلدهی می‌باشد. کاربرد اسید سالیسیلیک نیز در سطوح بالاتر، ۴۵۰ و ۶۰۰ میکرو مولار، اثر مناسب را نشان داد. (جدول ۲). کاهش شاخص برداشت می‌تواند ناشی از کاهش عملکرد در زمان تنش غلاف دهی باشد و کاهش عملکرد نیز ناشی از کاهش اجزای عملکرد از جمله کاهش تعداد غلاف در بوته می‌باشد.

در ۳ تکرار ۱۰۰ تایی با ترازوی دقیق وزن شده و پس از میانگین‌گیری به‌عنوان وزن ۱۰۰ دانه برای هر کرت آزمایشی منظور گردید. پس از محاسبه عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک شاخص برداشت برای هر کرت از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک به دست آمد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC نسخه ۱،۴۲ انجام گرفت. مقایسه میانگین تیمارها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده از همین نرم‌افزار انجام شد. نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

اعمال تنش خشکی اثر معنی‌داری در صفات تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک داشت. کاربرد اسید سالیسیلیک تأثیر معنی‌داری بر صفات تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت داشت. اثرات متقابل تنش خشکی و اسید سالیسیلیک در صفات تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در دانه، وزن صد دانه، شاخص برداشت و معنی‌دار بود (جدول ۱).

تعداد دانه در غلاف اعمال تنش در زمان گلدهی باعث کاهش معنی‌دار در تعداد دانه در غلاف نسبت به تیمار شاهد و تیمار اعمال تنش در غلافدهی گردید (جدول ۲). دلایلی تأثیر زیاد تنش در زمان گلدهی نسبت به تنش غلاف دهی ناشی از این می‌باشد که آغازه‌های گل در زمان تنش گلدهی تأثیر زیادی در تعداد دانه در غلاف گیاه لوبیا چشم‌بلبلی دارد. کاهش تعداد دانه در غلاف یا اندازه دانه تحت تنش خشکی می‌تواند ناشی از محدودیت در اختصاص مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی در افزایش وزن خشک یا فاکتورهای شکل‌گیری دانه باشد که در نتیجه تعداد دانه در غلاف را کاهش می‌دهد (Turk and Hall, 1980). در بررسی تأثیر اسید سالیسیلیک بر تعداد غلاف مشاهده می‌گردد در سطح ۱۵۰ میکرو مولار تفاوت معنی‌دار نیست اما با افزایش سطوح غلظت هورمون تا سطح ۴۵۰ میکرو مولار باعث افزایش تعداد دانه در غلاف نسبت به تیمار شاهد گردیده است (جدول ۲). شکاری و همکاران (Shekari et al., 2010) مشاهده نمودند که تعداد دانه در

جدول ۱. تجزیه واریانس اثرات تنش کم آبی و اسید سالیسیلیک بر عملکردانه و اجزای آن در گیاه لوبیا چشم بلبلی
 Table 1. Variance analysis of Water deficit stress, Salicylic acid and their interactions on cowpea grain yield and its components

Source	منابع تغییر	درجه آزادی Degrees of Freedom	Mean Square			میانگین مربعات		
			تعداد غلاف در بوته Pods per Plant	تعداد دانه در غلاف Seed per pod	وزن صد دانه 100 seed weight	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield
Replication	تکرار	2	0.264	0.461	0.22	0.008	0.822	0.042
Water deficit stress (A)	تنش کم آبی	2	17.779**	7.482**	11.134**	1.672**	67.656**	5.128**
Error (a)	اشتباه a	4	0.184	0.072	0.106	0.011	0.789	0.1
Salicylic acid (B)	اسید سالیسیلیک	4	33.152**	14.762**	6.732**	0.327**	69.556**	0.022 ^{ns}
Error (b)	اشتباه b	8	0.043	0.181	0.123	0.016	0.239	0.175
A × B	اثر متقابل	8	0.908**	0.389*	0.658**	0.012 ^{ns}	1.089**	0.121 ^{ns}
Error (ab)	اشتباه ab	16	0.149	0.123	0.145	0.009	0.247	0.112
CV (%)	ضریب تغییرات (%)		3.40%	3.63%	5.56%	4.44%	1.58%	4.83%

ns, *, ** به ترتیب نشانگر عدم وجود اثر معنی دار، و اثر معنی دار در سطوح 5 و 1 درصد.

ns, * and ** are Non-significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

وزن صد دانه در فاکتور تنش خشکی بیشترین مقدار وزن صد دانه مربوط به تیمار شاهد و کمترین وزن صد دانه مربوط به اعمال تنش در غلافدهی بود (جدول ۲). در فاکتور سطوح اسید سالیسیلیک بیشترین مقدار وزن صد دانه مربوط به سطوح ۴۵۰ میکرو مولار اسید سالیسیلیک بود. کمترین مقدار در سطح شاهد بود که یک افزایش ۱۰ درصدی در تیمار ۴۵۰ میکرو مولار نسبت به تیمار شاهد مشاهده گردید. در آزمایشی که شکاری و همکاران (shekari et al., 2010) بر روی لوبیا چشم بلبلی انجام دادند نتایج مشابهی در افزایش وزن صد دانه با کاربرد اسید سالیسیلیک را نسبت به تیمارهای شاهد گزارش کردند. مهربان مقدم و همکاران (Mehrabian Moghaddam et al., 2011) مشاهده کردند محلول پاشی اسید سالیسیلیک تا ۲۰ درصد وزن ۱۰۰ دانه را در ذرت در زمان تنش آبی افزایش داد.

هال و همکاران (Hall et al., 1997) مشاهده نمودند که کاهش شاخص برداشت به علت تنش خشکی در لوبیا چشم بلبلی در شرایط تنش خشکی ناشی از کاهش تولید اسمیلاتها در منبع می باشد. زمانی که با ایجاد محدودیت برای مخزن، مانند کاهش تعداد غلاف یا کاهش تعداد دانه در غلاف، وزن دانهها افزایش یابد محدودیت منبع به وجود می آید که در آزمایش انجام شده نتایج مشابه مشاهده گردید. پاندی و همکاران (Pandy et al., 1984) در گیاه سویا نتایج مشابهی در کاهش شاخص برداشت به علت تنش خشکی را مشاهده نمود. فیصل و همکاران (Faisal et al., 2010) کاهش معنی دار شاخص برداشت در زمان تنش خشکی در زمان گلدهی نسبت به تیمار شاهد را مشاهده کردند که دلیل این امر را ناشی از کاهش تعداد غلاف در بوته و کاهش تعداد دانه در غلاف دانست؛ اما تنش در زمان رشد رویشی اثر معنی داری روی شاخص برداشت نشان نداد که در آزمایش انجام شده نیز نتایج مشابه مشاهده می گردد.

جدول ۲. مقایسات میانگین صفات مورد بررسی در سطوح مختلف تنش کم آبی و غلظت های اسید سالیسیلیک در گیاه لوبیا چشم بلبلی
Table 2. Mean comparisons of traits in different levels of water stress and concentration of salicylic acid in the plant cowpea

Treatments	تیمار	تعداد غلاف	تعداد دانه در	وزن صد	عملکرد	شاخص	عملکرد
		Pods per plant	Seed per pod	100-seed weight (g)	Grain yield (ton/ha)	Harvest Index (%)	Biological yield (ton/ha)
زمان تنش کم آبی							
Time of water deficit stress							
Control	شاهد	12.53 a	10.14 a	22.89 a	2.569 a	33.73 a	7.615 a
Flowering stress	گلدهی	10.39 c	8.86 b	22.24 b	1.94 c	29.53 c	6.577 b
Pod formation	غلاف دهی	11.11 b	10.01 a	21.19 c	2.059 b	31.07 b	6.63 b
±SE		0.11	0.07	0.084	0.03	0.23	0.08
غلظت اسید سالیسیلیک							
Salicylic acid concentration (μM)							
0		8.91 e	8.296 d	21.14 c	1.953 c	28 e	6.96 a
150		10.37 d	8.734 d	21.24 c	2.047 c	29.33 d	6.954 a
300		11.25 c	9.526 c	22.47 b	2.241 b	32 c	6.987 a
450		14.02 a	11.51 a	23.04 a	2.433 a	34.89 a	6.946 a
600		12.17 b	10.29 b	22.65 b	2.272 b	33 b	6.858 a
±SE		0.07	0.14	0.117	0.04	0.16	0.14

ns, *, ** به ترتیب نشانگر عدم وجود اثر معنی دار، و اثر معنی دار در سطوح 5 و 1 درصد.
ns, * and ** are Non-significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

سالیسیلیک عملکرد بیشتری نسبت به سایر سطوح اسید سالیسیلیک در شرایط تنش و شاهد داشتند. مهربان مقدم و همکاران (Mehrabian Moghaddam et al., 2011) مشاهده کردند محلول پاشی با اسید سالیسیلیک باعث افزایش عملکرد تا ۵۰ درصد در زمان تنش کم آبی نسبت به تیمار شاهد در گیاه ذرت گردید. شعاع و میری (Shoaa and Miri, 2012) مشاهده نمودند کاربرد اسید سالیسیلیک به صورت کاربرد برگي باعث افزایش ۲۱ درصدی عملکرد نسبت به تیمار شاهد گردید.

عملکرد بیولوژیک بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک در شرایط بدون تنش خشکی مشاهده گردید و تا ۱۵ درصد عملکرد بیولوژیک به دلیل تنش کاهش پیدا کرده بود. در تیمار کاربرد برگي تفاوت قابل توجهی بین سطوح مشاهده نگردید. در آزمایشی که فیصل و همکاران (Faisal et al., 2010) انجام دادند نتایج مشابهی را مشاهده نمودند که تنش در زمان گلدهی باعث کاهش ماده خشک گیاه گردید.

عملکرد کل تنش خشکی باعث کاهش عملکرد نسبت به تیمار بدون تنش (شاهد) گردید. اعمال تنش در دو مرحله گلدهی و غلاف دهی باعث کاهش معنی دار عملکرد گردید. تنش در گلدهی تأثیر بیشتری را بر روی عملکرد از طریق کاهش اجزای عملکرد نسبت به تیمار تنش در غلاف-دهی نشان داد. به طور کلی، در شرایط بدون تنش سطح ۴۵۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک نسبت به تیمار عدم کاربرد اسید سالیسیلیک موجب افزایش قابل توجه در عملکرد گردید. سطوح ۳۰۰ و ۶۰۰ نیز تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند. سطح ۴۵۰ میکرو مولار باعث افزایش ۲۰ درصدی عملکرد نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ۲). فیصل و همکاران (Faisal et al., 2010) مشاهده نمودند تنش خشکی در زمان گلدهی در شرایط مزرعه باعث کاهش معنی دار عملکرد لوبیا چشم بلبلی نسبت به شاهد گردید؛ اما تنش در شرایط رویشی اثر معنی داری را نداشت. شکاری و همکاران (Shekari et al., 2010) مشاهده نمودند بذرهایی پراپیم شده لوبیا چشم بلبلی با سطح ۲۷۰۰ میکرو مولار اسید

نتیجه‌گیری کلی

کاربرد هورمون اسید سالیسیلیک به‌صورت کاربرد برگ‌گی در گیاه لوبیا چشم‌بلبلی تحت شرایط بدون تنش و تنش کم‌آبی باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در غلظت‌های ۱۵۰ و ۳۰۰ میکرو مولار گردید. به نظر می‌رسد استفاده از غلظت‌های مناسب اسید سالیسیلیک به‌صورت کاربرد برگ‌گی در غلظت مناسب در شرایط تنش به‌عنوان یک هورمون نقش مهمی در کاهش خسارت تنش خواهد داشت و در شرایط بدون تنش نیز می‌تواند موجب افزایش عملکرد گردد.

آن‌ها دلیل این کاهش را ناشی از کاهش فتوسنتز و مواد فتوسنتزی تولیدشده اعلام نمودند. به نظر می‌رسد تیمارهایی که موجب شده‌اند گیاهانی تولید شوند که دارای وزن بالاتری هستند، توانسته‌اند با تولید تعداد غلاف بارور بیشتر در عملکرد اثر بیشتری داشته باشند. ولی همین افزایش تعداد غلاف موجب شده تا با افزایش تعداد دانه در بوته به دلیل توزیع مواد فتوسنتزی در تعداد بیشتری از مقصدهای فیزیولوژیک وزن دانه‌ها کاهش یابد.

جدول ۳. مقایسات میانگین صفات مورد بررسی در اثرات متقابل سطوح مختلف تنش کم‌آبی و غلظت‌های اسید سالیسیلیک در گیاه لوبیا چشم‌بلبلی

Table 3. Mean comparisons of traits in interactions different levels of water stress and concentration of salicylic acid in the plant cowpea

زمان اعمال تنش کم‌آبی	غلظت اسید سالیسیلیک salicylic acid concentration (μM)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن صد دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک
Time of water deficit	salicylic acid concentration (μM)	Pods per plant	Seeds per Pod	100-seed weight (g)	Grain yield (ton/ha)	Harvest Index (%)	Biological yield (ton/ha)
آبیاری	0	10.3 g	8.517 gh	22.08 de	2.263 cd	30 i	7.543 a
	150	11.38 e	9.040 fg	21.48 ef	2.39 c	31.67 fg	7.553 a
	300	12.52 cd	9.81 de	23.38 ab	2.61 b	33.67 c	7.735 a
	450	15.41 a	12.47 a	23.88 a	2.875 a	38 a	7.517 a
	600	13.05 bc	10.88 c	23.65 a	2.723 ab	35.33 b	7.71 b
گلدهی	0	7.26 i	7.967 h	21.54 ef	1.727 h	25.67 l	6.733 b
	150	9.227 h	7.933 h	21.67 def	1.81 gh	27.67 k	6.54 b
	300	10.11 g	8.487 gh	22.92 bc	2.003 ef	30.33 hi	6.607 b
	450	13.29 b	10.45 c	22.92 abc	2.113 de	33 cd	6.4 b
	600	12.08 d	9.463 ef	22.16 bc	2.047 ef	31 gh	6.607 b
غلظت‌دهی	0	9.17 h	8.403 gh	19.79 de	1.87 fgh	28.33 jk	6.607 b
	150	10.49 fg	9.23 ef	20.57 h	1.94 efg	28.67 j	6.77 b
	300	11.13 ef	10.28 cd	21.11 g	2.11 de	32 ef	6.6 b
	450	13.36 b	11.61 b	23.31 fg	2.33 c	33.67 c	6.92 b
	600	11.39 e	10.54 c	22.15 de	2.047 ef	32.67 de	6.257 b
	$\pm\text{SE}$	0.22	0.2	0.22	0.06	0.29	0.19

ns, *, ** به ترتیب نشانگر عدم وجود اثر معنی دار، و اثر معنی دار در سطوح 5 و 1 درصد.

ns, * and ** are Non-significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

منابع

- Arberg, B., 1981. Plant growth regulators. Mon substituted benzoic acid. Swedish Journal of Agricultural Research. 11, 93-105.
- Ashraf, M., Mehmood, S., 1990. Response of four Brassica species to drought stress. Environmental and Experimental Botany. 30, 93-100.
- Ashraf, M.Y., Ala, S.A., Bahatti, A.S., 1998. Nutritional imbalance in wheat genotypes grown at soil water stress. Acta Physiologiae Plantarum. 20(3), 307-310.
- Bates, L.M., Hall, A.E., 1981. Stomatal closure with soil water depletion not associated with change in bulk leaf water status. Oecologia. 50, 62-65.
- De Carvalho, M.H.C., Laffray, D., Louguet, P., 1998. Comparison of the physiological responses of *Phaseolus vulgaris* and *Vigna unguiculata* cultivars when submitted to drought conditions. Environmental and Experimental Botany. 40, 197-207.
- Faisal, E.A., Suliman, A.S.H., 2010. Effect of water stress applied at different stages of growth on seed yield and water-use efficiency of Cowpea. Agriculture and Biology Journal of North America, 1(4), 534-540
- Fariduddin, Q., Hayat, S., Ahmad, A., 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. Photosynthetica. 41, 281-284.
- Hall A. E., Thiaw S., Ismail A.M., Ehlers, J.D., 1997. Water-use efficiency and drought adaptation of cowpea. In: Singh, B.B., Mohan Raj, D.R., Dashiell, K.E., Jackai, L.E.N. (eds.), Advances in Cowpea Research. (Ibadan: IITA), 87-98
- Khan, W., Prithviraj, B., Smith, D.L., 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. Journal of Plant Physiology. 160, 485-492.
- Larqué-Saavedra, A., 1979. Stomatal closure in response to acetylsalicylic acid treatment. Zeitschrift für Pflanzenphysiologie. 93(4), 371-375.
- Lichtenthaler, H.K., 1998. The stress concept in plants: an introduction. Annals of New York Academy of Sciences. 851, 187-198.
- Majd, A., Maddah, S.M., Fallahian, F., Sabaghpour, S.H., Chalabian, F., 2008. Comparative study of the effect of salicylic acid on yield, yield components and resistance of two susceptible and resistant chickpea cultivars to *Ascochyta rabiei*. Iranian Biology Journal. 3, 314-324. [In Persian with English Summary].
- Mehrabian Moghadda, N., Arvin, M.J., Khajuee Nezhad, Gh.R., Maghsoudi, K., 2011. Effect of Salicylic Acid on Growth and Forage and Grain Yield of Maize under Drought Stress in Field Conditions. Seed and Plant Production Journal; 27 (1):41-55. [In Persian with English Summary].
- Pandey, R.K, Herrera, W.A.T., Pendlton, J.W., 1984. Drought response of grain legumes under irrigation gradient. 1. Yield and yield components. Agronomy Journal. 76, 549-553.
- Pak Mehr, A., Rastgoo, M., Shekari, F., Saba, J., Vazayefi, M., Zangani, A., 2011. Effect of Salicylic acid priming on yield and yield components of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) under water deficit at reproductive stage. Iranian Journal of Pulses Research. 2 (1), 53-64. [In Persian with English Summary].
- Shekari, F. Pak Mehr, A., Rastgoo, M., Saba, J., Vazayefi, M., Zangani, A., 2010. Salicylic acid priming effects on some morphological traits of a cowpea cultivar (*Vigna unguiculata*) under water deficit at podding stage. Modern Technologies in Agriculture (This issue: Agronomy and Horticulture). 4 (1), 5-27. [In Persian with English Summary].
- Shoa, M., Miri, H.R., 2012. Reducing detrimental effects of salt stress on morphophysiological characteristics of wheat by application of salicylic acid. Electronic Journal of Crop Production. 5(1), 71-88.
- Souza, R.P., Machado, E.C., Silva, J.A.B., Lagoa, A.M.M.A., Silveira, J.A.G., 2004. Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and some associated metabolic changes in cowpea (*Vigna unguiculata*) during water stress and recovery. Environmental and Experimental Botany. 51, 45-56.
- Turk, K.J., Hall, A.E., 1980. Drought adaptation of cowpea. IV: Influence of drought on water

- use and relation with growth and seed yield. *Agronomy Journal* 72, 440- 448.
- Turk, K.J., Hall, A.E., Asbell, C.W., 1980. Drought adaptation of cowpea. 1. Influence of drought on seed yield. *Agronomy Journal* 72, 413-420.
- Ziska, L.H., Hall, A.E., 1983. Seed yields and water use of cowpeas (*Vigna unguiculata* L. Walp.) subjected to planned-water deficit. *Irrigation Science*. 3, 237-245.