



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"

دوره چهارم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۹۶

<http://arpe.gonbad.ac.ir>

## تأثیر محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک بر خصوصیات رویشی، عملکرد و اجزاء عملکرد لوبیا چشم بلبلی تحت تنش خشکی

\*<sup>۱</sup> راله اکبری، عباس ملکی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ایلام

<sup>۲</sup> استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ایلام

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۸/۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۲۸

### چکیده

مقدمه: لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) یکی از قدیمی‌ترین حبوبات با ارزش غذایی بالا، با داشتن حدود ۲۵ نوع پروتئین، خوش طعم و با زمان پخت کوتاه می‌باشد. در بین عوامل بازدارنده محیطی رشد و عملکرد گیاهان زراعی و دارویی، خشکی مهم‌ترین عامل کاهش تولید بهخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌رود. اسید سالیسیلیک یک تنظیم‌کننده رشد درونی از گروه ترکیبات فنولی طبیعی می‌باشد که در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه نقش دارد. از طرفی اسید آسکوربیک نیز یک آنتی‌اکسیدان مهم است که گیاه را از رادیکال‌های آزاد اکسید کننده محافظت می‌کند.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی اثر محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک بر خصوصیات رویشی، عملکرد و اجزاء عملکرد لوبیا چشم بلبلی تحت تنش خشکی، آزمایشی در سال ۱۳۹۶ در منطقه ماهیدشت کرمانشاه انجام شد. آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی تنش خشکی شامل (۱) عدم اعمال تنش خشکی یا ۶۰ درصد تبخیر از تشک تبخیر کلاس A، (۲) تنش متوسط یا ۹۰ درصد تبخیر از تشک تبخیر کلاس A و (۳) تنش شدید یا ۱۲۰ درصد تبخیر از تشک تبخیر کلاس A و فاکتور فرعی دارای فاکتورهای (۱) محلول پاشی اسید سالیسیلیک در ۲ سطح (عدم

\*نویسنده مسئول: maleki.iau55@gmail.com

## تأثیر محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات رویشی، عملکرد و ...

صرف و محلول پاشی در مرحله ۱۲-۸ برقی با غلظت ۱ میلی مولاو، و ۲) محلول پاشی اسیدآسکوربیک در ۲ سطح (عدم صرف و محلول پاشی در مرحله ۱۲ برقی با غلظت ۱ میلی مولاو) بود.

**نتایج:** نتایج این بررسی نشان داد که اثر تنش خشکی بر بیشتر صفات مورد بررسی معنی دار بود و باعث کاهش این صفات شد. هم‌چنین اثر اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک بر بیشتر صفات معنی دار بود و صرف آن‌ها موجب افزایش کمی صفات مورد بررسی در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم آبی گردید. بیشترین عملکرد دانه در تیمار عدم تنش و در حالت صرف تؤمن اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک، با ۲۴۲۵/۱ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که تفاوت معنی داری با اکثر تیمارها داشت. کمترین عملکرد دانه در تیمار تنش شدید و عدم صرف اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک با ۹۷۴/۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بوته در تیمار تنش متوسط و در حالت صرف تؤمن اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک، با ۸۴۴/۴ عدد به دست آمد که تفاوت معنی داری با اکثر تیمارها داشت. کمترین تعداد دانه در بوته در تیمار تنش شدید و عدم صرف اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک با ۱۶۹/۸ عدد به دست آمد.

**نتیجه گیری:** به نظر می‌رسد که دو عامل محلول پاشی از طریق کاهش اثرات نامطلوب تنش خشکی و کاهش اثرات مضر اکسیداتیو و در نهایت فراهم شدن بهتر آب در گیاه در ابتدا موجب بهبود صفات رویشی و زایشی گردیده و از طریق بهبود صفات مرتبط با عملکرد توانسته‌اند عملکرد دانه را افزایش دهند.

**واژه‌های کلیدی:** اجزای عملکرد، اسیدسالیسیلیک، تنش خشکی، لوبيا چشم بلبلی

## مقدمه

لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) یکی از قدیمی‌ترین حبوبات با ارزش غذایی بالا، با داشتن حدود ۲۵ نوع پروتئین، خوش طعم با زمان پخت کوتاه می‌باشد. این گیاه توانایی زیادی در تثبیت زیستی نیتروژن خاک داشته؛ بنابراین برای رشد نیازی به خاک خیلی حاصلخیز ندارد. شاخ و برگ آن نیز به عنوان غذای دام مورد استفاده قرار می‌گیرد. لوبیا چشم بلبلی جزو لاینفک کشاورزی پایدار و نظامهای استفاده کارآمد از زمین است (Abayomi and Abidoye, 2009; Sadegipour and Bankdar-Hashemi, 2016).

در بین عوامل بازدارنده محیطی بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی و دارویی، خشکی مهم‌ترین عامل کاهش تولید به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌رود. تنش خشکی معمولاً به عنوان یک عامل خارجی که باعث تأثیر منفی بر زندگی گیاه تعریف می‌شود (Farooq et al., 2009; Fathi 2004). از طرفی قابلیت دسترسی عناصر غذایی مختلف در خاک تحت تأثیر تنش، تغییرات قابل ملاحظه‌ای می‌یابد. بنابراین مدیریت تعذیب گیاه در شرایط تنش یکی از مسائل مهم در تولید محصولات گیاهی محسوب می‌شود

(Mohammadkhani and Heidari, 2007) می‌تواند منجر به تغییر در میزان تولید شود. در صورت نبود آب کافی نه تنها رشد گیاه به واسطه نبود آب بلکه به سبب کمبود عناصر غذایی قابل دسترس، کاهش می‌یابد (Kumar *et al.*, 2015; Reddy *et al.*, 2004).

اسیدسالیسیلیک از جمله ترکیباتی است که به عنوان تنظیم‌کننده رشد گیاهی در برخی گیاهان عمل نموده و این ترکیبات در شرایط تنفس اسمزی و شوری می‌توانند گیاه را محافظت نماید (KHosh Iqbal *et al.*, 2010). هم‌چنین اسیدسالیسیلیک باعث افزایش مقاومت گیاهان به تنفس‌های زیستی و غیرزیستی از جمله خشکی شده است (Fathi, 2016; Taheri Oshtrinani and Karami Chame *et al.*, 2016; Taheri Oshtrinani and Hayat *et al.*, 2010; Karami Chame *et al.*, 2016). تأثیر در باز و بسته شدن روزنه‌ها و تنفس از نقش‌های مهم اسیدسالیسیلیک به شمار می‌رود (Karami *et al.*, 2016). اسیدسالیسیلیک یک تنظیم‌کننده رشد درونی از گروه ترکیبات فنولی طبیعی می‌باشد؛ که در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه نقش دارد. القای گل‌دهی، رشد و نمو، سنتز اتیلن، تأثیر در باز و بسته شدن روزنه‌ها و تنفس از نقش‌های مهم اسیدسالیسیلیک به شمار می‌رود (Hayat *et al.*, 2010; Karami Chame *et al.*, 2016). تأثیر در باز و بسته شدن روزنه‌ها و تنفس از نقش‌های مهم اسیدسالیسیلیک باعث مقاومت گیاه نسبت به تنفس‌های محیطی می‌شود (Chame *et al.*, 2016; Taheri Oshtrinani and Fathi, 2016). به نظر می‌رسد اسیدسالیسیلیک با افزایش دادن مقاومت به تنفس از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌ها برای مقابله با تنفس عمل می‌کند و این امر منجر به افزایش اجزای عملکرد و به تبع آن افزایش عملکرد دانه بايونه آلمانی می‌گردد (Svehlikova *et al.*, 2003). این ماده هم‌چنین به عنوان یک سیگنال مولکولی مهم در نوسان‌های گیاهی در پاسخ به تنفس‌های محیطی شناخته شده است (Senaratna *et al.*, 2000). کاربرد اسیدسالیسیلیک سبب افزایش تحمل گیاه نسبت به تنفس خشکی شده و اثر کمبود آب را تعدیل می‌کند؛ هم‌چنین برخی از پارامترهای رشدی را افزایش می‌دهد (Yazdanpanah *et al.*, 2011). محققان گزارش کردند که اثرات مثبت بر خصوصیات رشدی، عمده‌تاً ناشی از تغییرات مورفو‌فیزیولوژیکی که تحت مصرف اسیدسالیسیلیک باعث می‌شوند جذب آب و مواد غذایی را افزایش دهند (Dolatabadian *et al.*, 2008; Taheri Oshtrinani and Fathi, 2016).

بیان کردند که اسیدسالیسیلیک می‌تواند نقش مهمی در ایجاد مقاومت به تنفس‌های محیطی ایفا کند. اسیدآسکوربیک نیز یک آنتی‌اکسیدان مهم است که گیاه را از رادیکال‌های آزاد اکسیدکننده محافظت می‌کند (Ahmad *et al.*, 2010). آسکوربیات هم‌چنین در تنظیم تقسیم سلولی و فتوسنتز دخیل است. آسکوربیات، سلول‌های گیاهی را برای حفاظت در مقابل آسیب‌های اکسیداتیو، مجهرز به یک سیستم جاروب‌کننده رادیکال‌های آزاد می‌باشد (El-Gabas, 2006; Abdel-Wahed *et al.*, 2006). اسیدآسکوربیک از آنتی‌اکسیدان‌های بسیار قوی می‌باشد که با احیای رادیکال‌های آزاد موجب

بازدارندگی آن‌ها می‌شود و نقش بسیار مهمی در مسیر آسکوربات-گلوتاتیون و حذف گونه‌های فعال اکسیژن در کلروپلاست و سیتوسول دارد (Ahmad *et al.*, 2010; Rahal *et al.*, 2014). اسیدآسکوربیک یک آنتیاکسیدان کوچک قابل حل در آب است که در سمیت زدایی گونه‌های فعال اکسیژن به ویژه پراکسیدهیدروژن نقش دارد. به علاوه به‌طور مستقیم در خنثی کردن رادیکال‌های سوپراکسید یا اکسیژن منفرد و به عنوان یک آنتیاکسیدان ثانویه در تولید آلفاتوکوفرول و دیگر آنتیاکسیدان‌های چربی دوست نقش ایفا می‌کند (Arab *et al.*, 2011). برادران فیروزآبادی و همکاران (Baradaran firiozabadi *et al.*, 2012) بیان کردند که اسیدآسکوربیک در شرایط کمبود آب تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه سیاهدانه داشته است. بنابراین برای کاهش اثرات تنفس خشکی و از آنجا که تحقیقاتی در مورد کاربرد اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک انجام نشده است، لذا این تحقیق با هدف مدیریت عملکردی لوبيا چشم بلبلی در شرایط تنفس خشکی انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر عملکرد و اجزاء عملکرد لوبيا چشم بلبلی تحت تنفس خشکی آزمایشی به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در اوخر خردادماه ۱۳۹۶ در شهرستان ماهیدشت، استان کرمانشاه انجام گرفت. فاکتور اصلی تنفس خشکی شامل عدم اعمال تنفس خشکی یا ۶۰ درصد تبخیر از تشک تبخیر کلاس A، تنفس متوسط یا ۹۰ درصد تبخیر از تشک تبخیر کلاس A و تنفس شدید یا ۱۲۰ درصد تبخیر از تشک تبخیر کلاس A و فاکتور فرعی دارای فاکتورهای محلول پاشی اسید سالیسیلیک در ۲ سطح (عدم مصرف و محلول پاشی در مرحله ۱۲-۸ برگی با غلظت ۱ میلی مولار)، محلول پاشی اسید آسکوربیک در ۲ سطح (عدم مصرف و محلول پاشی در مرحله ۱۲ برگی با غلظت ۱ میلی مولار) بود. به‌منظور تعیین خصوصیات خاک قبل از اجرای آزمایش نمونه‌گیری از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک صورت گرفت و خصوصیات آن مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج تجزیه نمونه‌های خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و ماله به‌ نحو مطلوب، قبل از کاشت صورت گرفت. هر واحد آزمایشی از ۴ ردیف کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و طول ۴ متر تشکیل شده بود. بین هر دو کرت دو ردیف به‌صورت نکاشت در نظر گرفته شد و فاصله بین دو تکرار نیز ۳ متر تعیین گردید. در این آزمایش جهت سبزشدن و ظهور کافی و ضریب اطمینان بیشتر ابتدا بذور در تاریخ ۹۶/۳/۲۰ به روش کپه‌ای (سه تا چهار بذر) به عمق ۴ سانتی‌متر با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر روی ردیف‌ها

کشت شدند. برای دستیابی به تراکم مورد نظر (۲۰۰ هزار بوته در هکتار)، در مرحله پنج تا هفت برگی اقدام به حذف بوتهای اضافی شد. در این آزمایش از بذر لوبیا چشم بلبلی رقم محلی استفاده شد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش (عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری)

Table 1- Physico-chemical characteristics of experiment location soil (depth 0-30 cm)

جذب الکتریکی Electrical conductivity (ds/m)	PH	کربن آلی Organic carbon (%)	ازت کل Total N (%)	فسفور قابل جذب Available P (ppm)	بوتاسیم قابل جذب Available K (ppm)	کل (س) Clay (%)	سیلت Silt (%)	ملسه Sand (%)
2.2	7.4	0.25	0.07	10	246	25	20	55

در نمونه‌برداری دو ردیف کناری حذف و نیم‌متر از ابتدا و انتهای هر ردیف نیز به عنوان اثر حاشیه حذف شدند و نمونه‌برداری از دو ردیف میانی صورت گرفت. صفاتی از جمله ارتفاع بوته، طول ساقه اصلی، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، تعداد دانه در بوته، ماده خشک کل بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت اندازه‌گیری شد. برای تجزیه داده‌ها از برنامه آماری SAS و جهت مقایسه میانگین صفات مورد نظر نیز از آزمون LSD در سطح ۵ درصد استفاده شد.

## نتایج و بحث

**ارتفاع بوته:** نتایج این پژوهش نشان داد که اثر تنفس خشکی، اسیدسالیسیلیک، اسیدآسکوربیک و اثر سه‌گانه تیمارهای آزمایش بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۲)، ولی سایر تیمارها تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند. بیشترین ارتفاع بوته در تیمار تنفس متوسط و در حالت مصرف توأم اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک، با ۱۴۹/۸ سانتی‌متر به دست آمد؛ که تفاوت معنی‌داری با اکثر تیمارها داشت. کمترین ارتفاع بوته در تیمار تنفس شدید و عدم مصرف اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک با ۹۲/۱ سانتی‌متر به دست آمد (جدول ۳).

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس اثر عوامل آزمایشی بر صفات موردنظر

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	ارتفاع پوته			تعداد نیم در بوته نیم ساقه اصلی	تعداد داده در یکم Numbers per plant	تعداد داده در یکم Seeds per pod
		Height plant	Main stem length	211.16 ns			
تکرار (R)	2	407.74*	65.68*	19.74**			
تشخیصی					49.46**		
Drought stress (D)	2	1677.21 ns	1519.66**	424.93**			
خطای تشخیصی	4	34.02	59.20	4.52	0.26		
Error stress					106.61**		
اسید سالیسیلیک	1	2868.96 ns	2898.92**	72.36*			
Salicylic acid (S)					3.50 ns		
S × D	2	73.08 ns	4.26 ns	19.18 ns			
اسید اسکوربیک	1	6796.57 ns	5177.53**	375.84**			
Ascorbic acid (A)					349.43**		
A × D	2	109.88 ns	47.00 ns	5.74 ns	6.65*		
A × S	1	148.37 ns	119.22 ns	10.41 ns	0.22 ns		
A × S × D	2	320.04*	320.04 ns	2.85 ns	18.23**		
اشتباه آزمایش	18	57.14	119.52	7.81	1.06		
Error							
CV (%)	-	6.2	10.4	7.5	8.4		

ns, \* and \*\*: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.  
 به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۳- اثرات متقابل سه گانه عوامل آزمایشی صفات مورد بررسی

Table 3- Interaction effects of triple factors of experimental traits

Drought stress	Tension dryness	Ascorbic acid	Asid Ascorbic acid	Salicylic acid	Height plant	Arتفاع بوته	Number of seeds per pod	Number of seeds per pod
Severe stress	Tension severe	No use	عدم مصرف	No use	92.16g	6.12h		
			صرف	صرف	96.52fg	7.76fg		
		Consumption						
	Tension moderate	No use	عدم مصرف	No use	105.96ef	9.62e		
			صرف	صرف	141.01abc	16.19b		
		Consumption						
Moderate stress	Tension moderate	No use	عدم مصرف	No use	95.71fg	6.67gh		
			صرف	صرف	115.56e	11.19d		
		Consumption						
	Control	No use	عدم مصرف	No use	126.49d	15bc		
			صرف	صرف	149.84a	18.52a		
		Consumption						
Control	Control	No use	عدم مصرف	No use	113.54e	9.07ef		
			صرف	صرف	130.72cd	13.69c		
		Consumption						
	Control	No use	عدم مصرف	No use	139.23bc	16.39b		
			صرف	صرف	146.57ab	16.15b		
		Consumption						

میانگین هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری دارند.

Means in each column followed by similar letters are not significantly different at the % 5 probability level (LSD Test).

تنش خشکی از طریق کاهش سرعت رشد گیاه باعث کاهش ارتفاع می شود و هرچه زمان اعمال تنش به مراحل انتهایی فصل رشد نزدیکتر باشد تأثیر کمتری بر ارتفاع گیاه دارد. (Farooq *et al.*, 2009). دلیل افزایش ارتفاع را می توان چنین بیان کرد که در تیمار مصرف با اسید سالیسیلیک در مقابل تنش خشکی مقاوم گردیده و اسید سالیسیلیک باعث کاهش اثرات مخرب ناشی از تنش خشکی

### تاثیر محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات رویشی، عملکرد و ...

شده؛ چنین گیاهی دارای سطح برگ بزرگتری نسبت به گیاهان تیمار نشده دارد که افزایش سطح برگ در این گیاهان می‌تواند افزایش فتوسنتز و در نهایت افزایش ارتفاع را بدنبال داشته باشد.

**طول ساقه اصلی:** نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنفس خشکی، اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک بر طول ساقه اصلی معنی‌دار بود؛ ولی سایر تیمارها تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول ۲). در بررسی حاضر تیمار بیشترین طول ساقه اصلی (۱۱۷ سانتی‌متر) در تیمار عدم تنفس و کمترین آن (۹۴ سانتی‌متر) در تیمار تنفس شدید به دست آمد (جدول ۴). نتایج نشان داد که در تیمار مصرف اسیدآسکوربیک طول ساقه اصلی با ۱۱۷ سانتی‌متر به دست آمد. کمترین طول ساقه اصلی نیز در تیمار عدم مصرف اسیدآسکوربیک با ۹۳ سانتی‌متر حاصل شد (جدول ۴). در تیمار مصرف اسیدسالیسیلیک طول ساقه اصلی با ۱۱۴ سانتی‌متر به دست آمد و کمترین طول ساقه اصلی نیز در تیمار عدم مصرف با ۹۶ سانتی‌متر به دست آمد (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر اصلی تیمارهای آزمایش بر صفات مورد بررسی

Table 4- Comparison of the average of the main effects of the treatments on the traits studied

تیمارها Treatments		طول ساقه اصلی Main stem length	تعداد نیام در بوته Numbers per plant
Drought stress	تنفس شدید Severe stress	94.8c	30.9c
	تنفس متوسط Moderate stress	103.4b	37.7b
	عدم تنفس Control	117.1a	42.8a
اسیدسالیسیلیک Salicylic acid	عدم مصرف No use	96.1b	35.7b
	صرف Consumption	114.1a	38.5a
اسیدآسکوربیک Ascorbic acid	صرف Consumption	117.1a	40.4a
	عدم مصرف No use	93.1b	33.9b

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری دارند.

Means in each column followed by similar letters are not significantly different at the % 5 probability level (LSD Test).

بهنامنیا و همکاران (Behnamnia *et al.*, 2009) با بررسی اثر تنفس خشکی بر گیاه اسپرس نشان دادند که کمبود آب، باعث کاهش طول ساقه می‌گردد. نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش شدت تنفس خشکی از میزان طول ساقه کاسته می‌شود؛ ولی کاربرد اسیدآسکوربیک به عنوان یک عامل محرك رشد با خشکی سبب شد تا طول ساقه افزایش داشته باشد، این پدیده حاکی از آن است که خشکی سبب کاهش میزان آب قابل دسترس، در نتیجه طول ساقه کاهش می‌یابد؛ ولی به کارگیری اسیدآسکوربیک با افزایش توان تحمل گیاه سبب جذب بهتر آب از محیط شده است؛ در مقابل طول ریشه با افزایش شدت خشکی افزایش یافته است (Qorbanli *et al.*, 2009). محققان بیان کردند که اسیدآسکوربیک در غلظت ۱۰۰ پی‌پی ام به طور معنی‌داری باعث افزایش طول ساقه اصلی اندام رویشی در گیاه سینگونیوم شده است، که در این تحقیق نشان داده شد که افزایش طول ساقه اصلی در گیاه به دلیل مصرف اسیدآسکوربیک بوده است (EL-Quesni *et al.*, 2009). سنارانتا و همکاران (Senaranta *et al.*, 2002) بیان کردند مصرف اسیدسالیسیلیک گیاه لوبیا را در مواجهه با تنفس خشکی محافظت می‌کند که نهایتاً باعث افزایش رشد و عملکرد در این شرایط گردید. اسیدسالیسیلیک می‌تواند به عنوان یک تنظیم کننده‌ی رشد بالقوه برای بهبود رشد گیاه تحت تنفس خشکی مورد استفاده واقع شود (Khosh Iqbal *et al.*, 2010; Hayat *et al.*, 2010).

رشد و توسعه برگ حتی با کاهش خیلی کم رطوبت، قبل از این‌که فتوسنتر کاهش یابد تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در واقع مهم‌ترین نتیجه حساسیت رشد سلول به کمبود رطوبت، کاهش قابل توجه در رشد برگ و در نتیجه مساحت برگ است، با کاهش سطح برگ و کاهش فتوسنتر، طول ساقه اصلی گیاه کاهش می‌یابد از طرفی تنفس کمبود آب فرآیندهای گیاهی را مختل کرده و با افزایش شدت تنفس این اثرات تشدید شده و برخی دیگر از فرآیندها هم تحت تأثیر قرار می‌گیرند. بازترین اثر تنفس خشکی، کاهش شاخص سطح برگ و به دنبال آن کاهش طول ساقه اصلی است (Razmjoo *et al.*, 2008). محققان معتقدند که کاربرد اسیدآسکوربیک خارجی سبب می‌شود تا کوآنزیم‌های آنتیاکسیدانی فعال شده و گیاه تحت تنفس مقاومت لازم را در مقابل تنفس احرار کنند. افزایش محتوی نسبی آب برگ علی‌رغم اعمال تنفس خشکی در حضور اسیدآسکوربیک خود حاکی از این پدیده است.

**تعداد نیام در بوته:** آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنفس خشکی، اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک بر تعداد نیام در بوته معنی‌دار بود؛ ولی سایر تیمارها تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول ۲). بیشترین تعداد نیام در بوته در تیمار عدم تنفس به مقدار ۴۲/۸ عدد و کمترین میزان آن در تیمار تنفس شدید با ۳۰/۹ عدد حاصل شد (جدول ۴). نتایج نشان داد که بیشترین تعداد نیام در بوته (۳۸/۵ عدد) در تیمار مصرف اسیدسالیسیلیک و کمترین تعداد نیام در بوته (۳۵/۷ عدد) نیز در تیمار عدم مصرف اسیدسالیسیلیک حاصل شد (جدول ۴). در بررسی حاضر در تیمار مصرف

اسیدآسکوربیک بیشترین تعداد نیام در بوته با  $40/4$  عدد و در تیمار عدم مصرف اسیدآسکوربیک کمترین تعداد نیام در بوته  $33/9$  عدد به دست آمد (جدول ۴).

نتایج بررسی راضیان (Raziyan, 2014) نشان داد که بیشترین تعداد نیام در بوته رازیانه در تیمار عدم تنش خشکی بوجود آمد. رحمانی (Rahmani, 2008) کاهاش تعداد نیام در بوته همیشه بهار با افزایش شدت تنش خشکی را گزارش نمود. از طرفی در بررسی حاضر اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک منجر به افزایش تعداد نیام در بوته شدند. احتمال داده می‌شود اسیدسالیسیلیک بتواند سبب بهبود جذب عناصر غذایی شود که این خود می‌تواند افزایش رشد را به همراه داشته باشد که افزایش تعداد نیام در بوته یکی از این موارد می‌باشد. از طرفی بهنظر می‌رسد اسیدسالیسیلیک با افزایش میزان کلروفیل در برگ‌هایی که در آغاز فرآیند پیری هستند می‌تواند سبب افزایش فتوسنترز و در نتیجه افزایش رشد شود (Islam *et al.*, 2016). گزارش شده است که اسیدسالیسیلیک تعادل هورمونی را در گیاه تغییر و بیشتر باعث افزایش سیتوکنین و اکسین می‌گردد که افزایش تولید این هورمون‌ها باعث تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها می‌گردد، این امر در نهایت می‌تواند موجب افزایش تعداد نیام در بوته گردد (Svehlikova *et al.*, 2003).

**تعداد دانه در نیام:** نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنش خشکی، اسیدسالیسیلیک، اسیدآسکوربیک، اثر متقابل اسیدسالیسیلیک و تنش، اثر متقابل اسیدآسکوربیک و تنش و اثر سه‌گانه بر تعداد دانه در نیام معنی‌دار بود؛ ولی سایر تیمارها تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در نیام در تیمار تنش متوسط و در حالت مصرف توأم اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک با  $18/52$  عدد به دست آمد؛ همچنین کمترین تعداد دانه در نیام در تیمار تنش شدید و عدم مصرف اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک با  $6/1$  عدد به دست آمد (جدول ۳).

رازمجو و همکاران (Razmjoo *et al.*, 2008) بیان کردند که افزایش دور آبیاری از  $2$  روز به  $10$  روز باعث کاهش معنی‌دار تعداد دانه در نیام در گیاه می‌گردد. همچنین کاهش تعداد دانه در نیام گیاه لوبیا تحت تأثیر افزایش شدت تنش خشکی را گزارش شده است (Karami Chame *et al.*, 2016). با بررسی تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد نخود گزارش کردند که بیشترین تعداد دانه در نیام مربوط به تیمار بدون تنش خشکی و تیمار تنش خشکی در مرحله گلددهی از لحاظ صفات مورد بررسی، کمترین مقدار را داشت (Goufo *et al.*, 2017).

**وزن صد دانه:** نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنش خشکی، اسیدسالیسیلیک، اسیدآسکوربیک بر وزن صد دانه معنی‌دار بود؛ ولی سایر تیمارها تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول ۵). بیشترین وزن صد دانه نیز در تیمار عدم تنش با  $19/6$  گرم حاصل شد و کمترین میزان با مقدار  $11/8$  گرم در تیمار تنش شدید به دست آمد (جدول ۶). نتایج نشان داد که در تیمار مصرف

اسیدسالیسیلیک، بیشترین وزن صد دانه با ۱۷/۵ گرم به دست آمد، در حالی که کمترین وزن صد دانه نیز در تیمار عدم مصرف اسیدسالیسیلیک با ۱۳/۹ گرم حاصل شد (جدول ۶). در بررسی حاضر در تیمار مصرف اسیدآسکوربیک بیشترین وزن صد دانه با ۱۷/۷ گرم به دست آمد؛ ولی کمترین وزن صد دانه نیز در تیمار عدم مصرف اسیدآسکوربیک با ۱۳/۹ گرم به دست آمد (جدول ۶).

به نظر می‌رسد که تنفس کمبود آب در مرحله دانه‌بندی سبب سقط جنین در بعضی از غلافها شده که در نتیجه باعث کاهش وزن دانه در بوته می‌گردد. مؤمنی (Momeni, 2011) بیان داشت که کاهش عملکرد محصول در شرایط محدودیت آبیاری در ارتباط با بسته شدن روزنه‌ها و کاهش سرعت و مقدار فتوسنتر و در بی آن کاهش وزن هزار دانه است. به نظر می‌رسد که تنفس خشکی با کاهش طول دوره رشد و هم‌چنین کاهش طول دوره پر شدن دانه منجر به کاهش وزن هزار دانه شده است. افزایش وزن هزار دانه مربوط به شرایط محیطی در زمان پر شدن دانه است. کاهش رطوبت در این زمان منجر به کاهش وزن هزار دانه می‌شود. علت این کاهش احتمالاً به دلیل محدود بودن انتقال مجدد در تیمارهای تحت تنفس خشکی می‌باشد (Drunksky *et al.*, 2005).

تعداد دانه در بوته: نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی و متقابل دوگانه و سه‌گانه تنفس خشکی و اسیدسالیسیلیک اسیدآسکوربیک به جزء اثر دوگانه اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۵). بیشترین تعداد دانه در بوته در تیمار تنفس متوسط و در حالت مصرف توأم اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک، با ۸۴۴/۴ عدد به دست آمد و کمترین تعداد دانه در بوته در تیمار تنفس شدید و عدم مصرف اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک با ۱۶۹/۸ عدد به دست آمد (جدول ۷).

تعداد دانه در بوته از اجزای بسیار مهم زایشی گیاه است رحمانی (Rahmani, 2008) کاهش تعداد اندام‌های زایشی گیاه دارویی همیشه بهار با کاهش شدت تنفس خشکی را گزارش کرد. کاهش میزان آب موجب کاهش استحکام اندام‌های گیاهی و ریزش فولیکول‌ها خواهد شد. مؤمنی (Momeni, 2011) در مورد تأثیر تاریخ کشت و رژیم آبیاری بر روی گیاه انیسون گزارش نمود که با کاهش مقدار آب آبیاری، تعداد چتر در گیاه و در واحد سطح به طور معنی‌داری کاهش یافته است. در واقع کاهش ایجاد شده در پارامترهای رشدی گیاه، رشد زایشی انیسون را تحت تأثیر قرار داده است.

ns, \* and \*\*: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

ns: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار و بسته بمعنی دار در مجموع احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۵- میانگین مربوط حاصل از تجزیه واریانس اثر عوامل ازیماشی بر صفات مورد بررسی

Table 5- Mean squares results from analysis of variance of experimental factors on the traits studied

متنع تغییرات S.O.V	تعداد دانه در گیاه DF	وزن صند دانه Seed weight	تعداد دانه در گیاه Seeds per plant	ماده خشک کل در گیاه Total dry matter per plant	آمارکرد دانه seed yield	شاخص برداشت Harvest index
(R) تکرار	2	9.52 ns	55592.73**	358032.25*	366868.51 ns	80.53 ns
تشخیص خشکی	2	181.96*	246366.13**	3687200.21**	1761431.94**	216.19*
Drought stress (D)						
خطای تنش	4	11.89	1618.93	50473.19	97289.68	30.74
Error stress						
اسید سالیسیلیک (S)	1	120.79**	234833.36**	2347908.22**	3285024.54**	877.17
S × D	2	2.20 ns	13815.36**	57628.09 ns	61749.06 ns	29.98 ns
اسید سالیسیلیک						
اسید آسکوربیک (A)	1	130.18**	860118.60**	6448430.02**	3525731.27**	461.89*
A × D	2	3.43 ns	19047.29**	64568.62 ns	175046.46 ns	97.18 ns
A × S	1	10.46 ns	3469.87 ns	14110.23 ns	162353.97 ns	81.85 ns
A × S × D	2	16.66 ns	31736.41**	166501.08 ns	462795.93*	331.94 ns
اشتباه ازیماش						
Error	18	5.11	3898.90	70655.56	98218.56	64.47
CV (%)	-	14.3	13.1	6.9	18.5	18.6

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر اصلی یکمراهی از پاپیتین بر مقدارهای در یونه و ماده خشک کل در یونه

Table 6- Comparison of the average of the main effects of the treatments on the traits studied

Treatments	وزن حد دانه	Seed weight	ماده خشک کل در یونه	Total dry matter per plant	شاخص برداشت	Harvest index
Drought stress	تشن شدید	11.8c		3418.1c		43.6b
	Severe stress					
	تشن متوسط	15.8b		3602b		38.5c
	Moderate stress					
Control	عدم تشن	19.6a		4456.9a		46.9a
	عدم مصرف	13.9b		3570.3b		38.1a
اسید سالیسیلیک	No use					
	صرف	17.6a		4081.0a		41.4a
Salicylic acid	Consumption					
	صرف	17.7a		4248.9a		46.6a
		13.9b		3402.4b		39.4b
	No use					
اسید آسکوربیک	Consumption					
	عدم مصرف	13.9b		3402.4b		39.4b
Ascorbic acid	No use					

میانگین‌هایی که در هر سطون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال بیج درصد اختلاف معنی دارند.  
Means in each column followed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

تأثیر محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات رویشی، عملکرد و ...

جدول ۷- اثرات متقابل سه گانه عوامل آزمایشی صفات مورد بررسی

Table 7- Interaction effects of triple factors of experimental traits

Drought stress	Ascorbic acid	Salicylic acid	Seeds per plant	عملکرد دانه Seed yield (kg/ha)
تنش شدید Severe stress	عدم مصرف No use	عدم مصرف No use	169.86f	974.94d
		صرف Consumption	224.25ef	1116.67cd
		عدم مصرف No use	311.19de	1007.41d
	صرف Consumption	صرف Consumption	572.74c	2288.53a
		عدم مصرف No use	215.07f	859.81d
		صرف Consumption	395.75d	1493.06bc
تنش متوسط Moderate stress	عدم مصرف No use	عدم مصرف No use	562.96c	1711.65b
		صرف Consumption	844.48a	2398.09a
		عدم مصرف No use	364.11d	1586.89b
	صرف Consumption	صرف Consumption	554.73c	2221.44a
		عدم مصرف No use	743.42b	2177.33a
		صرف Consumption	743.85b	2425.16a
عدم تنش Control				

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری دارند.

Means in each column followed by similar letters are not significantly different at the % 5 probability level (LSD Test).

مجد و همکاران (Majd *et al.*, 2006) نشان دادند که وزن صد دانه نخود رقم بیونیج در گیاهان تیمار شده با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک به طور معنی‌داری افزایش یافته است و از ۳۲/۱۷ گرم در گیاهان شاهد به ۳۴/۶۵ گرم در گیاهان تیمار شده با اسیدسالیسیلیک رسیده است. افزایش

وزن دانه در نتیجه‌ی پرایمینگ و محلول‌پاشی ممکن است به افزایش تولیدات فتوستنتزی نسبت داده شود که باعث تشکیل یک منبع ذخیره‌ای برای مقصود و افزایش گنجایش مخزن که منجر به افزایش وزن دانه و افزایش عملکرد می‌شود. همچنین پرایمینگ بذر باعث جوانه‌زنی سریع‌تر و تولید گیاهچه‌های قوی‌تر می‌گردد و محلول‌پاشی نیز بوته‌های قوی‌تری تولید می‌کند که مسلماً این گیاهان دانه‌های بزرگ‌تر با وزن بیشتری را تولید می‌نمایند (Momeni, 2011). به نظر می‌رسد پرایمینگ و محلول‌پاشی با اسیدسالیسیلیک در شرایط تنش خشکی باعث افزایش طول ریشه شده و زمینه لازم برای افزایش جذب آب و مواد غذایی را فراهم نموده و باعث افزایش فتوستنتز و در نتیجه مواد فتوستنتزی بیشتری را در جهت توسعه‌ی اندام‌های زایشی اختصاص داده است و در نتیجه باعث افزایش وزن دانه گردیده و به تبع افزایش وزن دانه، عملکرد دانه نیز افزایش می‌یابد (Jirani *et al.*, 2009).

**ماده خشک کل در بوته:** نتایج این تحقیق نشان داد که اثر تنش خشکی، اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک بر ماده خشک کل معنی‌دار بود؛ ولی سایر تیمارها تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول ۵). در بررسی حاضر در تیمار عدم تنش، ماده خشک کل به مقدار ۴۴۵۶ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. کمترین ماده خشک کل نیز در تیمار تنش در مرحله زایشی با ۳۴۱۸ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۶). نتایج نشان داد که در تیمار مصرف اسیدسالیسیلیک، ماده خشک کل با ۴۰۸۱ در هکتار به دست آمد و کمترین ماده خشک کل نیز در تیمار عدم مصرف اسیدسالیسیلیک با ۳۵۷۱ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۶). در بررسی حاضر در تیمار مصرف اسیدآسکوربیک، ماده خشک کل با ۴۲۴۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد؛ در حالی که کمترین ماده خشک کل نیز در تیمار عدم مصرف اسیدآسکوربیک با ۳۴۰۲ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۶).

پوک‌پاکدی و همکاران (Pook-pakdi *et al.*, 1990) با اعمال تنش در طی مراحل اولیه، میانی و اواخر زایشی روی ۱۰ ژنوتیپ سویا اظهار نمودند که کمبود آب باعث کاهش در عملکرد دانه، تولید ماده خشک، تعداد نیام در گیاه و اندازه دانه شد. بهنامنیا و همکاران (Behnamnia *et al.*, 2009) گزارش کردند که کمبود آب، باعث کاهش وزن تازه و خشک ساقه می‌گردد. وزن خشک اندام هوایی همبستگی معنی‌داری با تعداد شاخه فرعی، ارتفاع گیاه، تعداد و سطح برگ‌ها و نیز دوام سطح برگ دارد. از این رو به اثرات خشکی بر برگ می‌توان اشاره کرد که رشد و توسعه برگ حتی با کاهش خیلی کم رطوبت، قبل از اینکه فتوستنتر کاهش یابد تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در واقع مهم‌ترین نتیجه حساسیت رشد سلول به کمبود رطوبت، کاهش قابل توجه در رشد برگ و در نتیجه مساحت برگ است، با کاهش سطح برگ و کاهش فتوستنتز، عملکرد بیولوژیک گیاه کاهش می‌یابد (Fathi and Tari, 2016).

## تاثیر محلول پاشی اسیدآسکوربیک و اسیدسالیسیلیک بر خصوصیات رویشی، عملکرد و ...

هونگ بوشائو و همکاران (Hong-Bo Shao *et al.*, 2009) گزارش دادند که کاهش آب منجر به کاهش جذب عناصر می‌شود و از این طریق نیز رشد برگ‌ها کاهش می‌یابد. بنابراین با کاهش سطح برگ، سطح تعرق گیاه کاهش می‌یابد و این اولین مکانیسم گیاه برای مقابله با خشکی به حساب می‌آید. کاهش سطح برگ، سطح جذب نور خورشید و به دنبال آن سطح فتوسنتری گیاه کاهش و نهایتاً منجر به کاهش تولید ماده خشک و عملکرد گیاه می‌گردد.

اثر اسیدسالیسیلیک بر تنش واپسته به نقش آن در مهار اتیلن است. تحقیقات نشان داده که احتمالاً اسیدسالیسیلیک از طریق اثر بر بیوسنتر اتیلن باعث مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی می‌گردد (Svehlikova, 2003). گزارش‌های متعددی مبنی بر نقش اسیدسالیسیلیک بر کاهش اثرات ناشی از تنش‌ها وجود دارد. از جمله اسیدسالیسیلیک با اثر بر روی آنزیمهای آنتی‌اسیددان مانند کاتالاز، سوپراکسیدیسموتاز، پلیفنول اکسیداز، پراکسیدازها و متabolیت‌هایی مانند اسیدآسکوربیک و گلوتاتیون، اثرات ناشی از تنش‌های خشکی، گرما و شوری را کاهش می‌دهد (EL-Tayeb, 2005).

سنارانتا و همکاران (Senaranta *et al.*, 2002) نیز بیان کرد که اسیدسالیسیلیک یک مولکول عالمتی مهم برای میانجی‌گری پاسخ‌های گیاهان در برابر تنش‌های محیطی است و مصرف آن موجب افزایش ماده خشک در گیاه می‌گردد. بهبود پارامترهای رشد تحت تاثیر تیمار اسیدسالیسیلیک را می‌توان بهدلیل تاثیر اسیدسالیسیلیک بر دستگاه فتوسنتری و حفاظت از دستگاه فتوسنتری، مقدار فتوسنتر، فعالیت آنزیم رویسکو، مقدار رنگیزه‌های فتوسنتری، هدایت روزنه‌ای و سیستم دفاع آنتی‌اسیدانی دانست که در مطالعه‌های مختلف به آن‌ها اشاره شده است (Popova *et al.*, 2009).

محققان بیان کردند که اسیدآسکوربیک باعث بالا بردن مقاومت گیاهان در برابر تنش شوری می‌شود و از طریق ارتباط با سلول‌ها و چربی‌های غشایی در گیاهان، نقش بهسازایی در افزایش مقاومت گیاهان در برابر از دست دادن آب دارد (Dolatabadian *et al.*, 2008). محققان بیان کردند که اسیدآسکوربیک سبب افزایش بردباری به تنش شوری کلریدسدیم و کاهش اثرهای مضر آن در گیاه سیاهدانه شده است (Qorbanli *et al.*, 2009).

**عملکرد دانه:** نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنش خشکی، اسیدسالیسیلیک، اسیدآسکوربیک و اثر متقابل سه‌گانه بر عملکرد دانه معنی‌دار بود؛ ولی سایر تیمارها تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول ۵). بیشترین عملکرد دانه در تیمار عدم تنش و در حالت مصرف توأم اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک، با ۲۴۲۵/۱ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و کمترین عملکرد دانه در تیمار تنش شدید و عدم مصرف اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک با ۹۷۴/۹ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۷).

افزایش شدت تنفس، موجب اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیک، توقف رشد و سرانجام مرگ گیاه بر اثر آب کشیدگی می‌شود. اثر تنفس آب بر عملکرد چند جانبه است. در مراحل نمو رویشی حتی تنفس بسیار جزیی می‌تواند سرعت رشد برگ و در مراحل بعدی شاخص سطح برگ را کاهش دهد. اولین اثر ظاهری کم آبی بر روی گیاهان، اندازه کوچک‌تر و تعداد کمتر برگ‌ها یا ارتفاع گیاه می‌باشد، که ناشی از کاهش توسعه سلولی و رشد، حساس‌ترین فرآیند متأثر از تنفس آبی می‌باشد. همه این عوامل در نهایت کاهش عملکرد دانه را در پی دارد. کاهش عملکرد دانه در نتیجه تنفس خشکی و افزایش فواصل آبیاری توسط نیز گزارش شده است (Drunasky *et al.*, 2005). در این گزارش‌ها دلایل عمدی کاهش عملکرد گیاهان در شرایط تنفس‌های کم آبی، کاهش طول دوره رشد، کاهش سطح اندام اصلی فتوسنترکننده (برگ)، کاهش تعداد گل‌ها (اندام‌های اصلی زایشی) و وزن دانه‌ها (به‌دلیل کاهش انتقال اسمیلات و فتوسنتر جاری) عنوان شده است.

دولت‌آبادیان و همکاران (Dolatabadian *et al.*, 2008) بیان کردند که اسید‌سالیسیلیک می‌تواند نقش مهمی در ایجاد مقاومت به تنفس‌های محیطی ایفا کند. اسید‌سالیسیلیک باعث طویل شدن سلول‌ها و همچنین تقسیم سلولی می‌شود که این فرآیند با همکاری سایر تنظیم‌کننده‌ها از جمله اکسین انجام می‌شود. گزارش‌هایی از اثر اسید‌سالیسیلیک بر افزایش عملکرد در برخی از گیاهان مانند، سویا، لوبیا چشم بلبلی، و نخود فرنگی رائه شده است (Majd *et al.*, 2006).

محققان نشان دادند که تغذیه برگ با اسید‌اسکوربیک سبب می‌شود تا فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اسیدانی کاهش یابند، به گونه‌ای که اسید‌اسکوربیک به کار رفته سبب می‌شود تا اکسیداسیون چربی غشاء سلولی و نیز محتوی مالون دی‌آلدئید در برگ و ریشه کاهش یابد. اسید‌اسکوربیک می‌تواند با خنثی‌سازی رادیکال‌های اکسیژن از طریق مصرف انواع اکسیژن فعال و تولید مونوکنده هیدروآسکوربات از بروز آسیب به سلول و چربی‌های غشایی جلوگیری کند و بدین ترتیب از Baradaran firiozabadi (Baradaran firiozabadi *et al.*, 2012) پراکسیداسیون لیپیدها کاسته شده و به دنبال آن عملکرد دانه افزایش یابد (Baradaran firiozabadi *et al.*, 2012). این محققان بیان کردند که بین غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی اسید‌اسکوربیک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت؛ ولی در حالت محلول‌پاشی عملکرد دانه بیشتر از تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی با اسید‌اسکوربیک) به دست آمد، به‌طوری که بیشترین عملکرد دانه در تیمار محلول‌پاشی ۱۰ میلی‌مولار اسید‌اسکوربیک به مقدار ۵۰/۹۶ گرم در مترمربع به دست آمد که نسبت به تیمار عدم مصرف ۳۰ درصد افزایش داشت (Baradaran firiozabadi *et al.*, 2012).

افزایش وزن دانه در نتیجه‌ی پرایمینگ و محلول‌پاشی ممکن است به افزایش تولیدات فتوسنتری نسبت داده شود که باعث تشکیل یک منبع ذخیره‌ای برای مقصد و افزایش گنجایش مخزن که منجر به افزایش وزن دانه و افزایش عملکرد می‌شود. همچنین پرایمینگ بذر باعث جوانهزنی سریع‌تر و تولید

گیاهچه‌های قوی‌تر می‌گردد و محلول پاشی نیز با افزایش رشد بوته‌های ذرت گیاهان قوی‌تری تولید می‌کند که مسلماً این گیاهان دانه‌های بزرگ‌تر با وزن بیشتری را تولید می‌نمایند. افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه تحت تأثیر اسیدسالیسیلیک با نتایج بدست آمده مشابه است ( Taheri Oshtrinani and Fathi, 2016 ). به‌نظر می‌رسد پرایمینگ و محلول پاشی با اسیدسالیسیلیک با عدم تأثیر بر ارتفاع گیاه، باعث افزایش طول ریشه شده و زمینه لازم برای افزایش جذب آب و مواد غذایی را فراهم نموده و باعث افزایش فتوسنترز و در نتیجه مواد فتوسنترزی بیشتری را در جهت توسعه‌ی اندام‌های زایشی اختصاص داده است و در نتیجه باعث افزایش وزن دانه شده است ( Taheri Oshtrinani and Fathi, 2016 ).

**شاخص برداشت:** نتایج این بررسی نشان داد که اثر تنفس خشکی و اسیدآسکوربیک بر شاخص برداشت معنی‌دار بود؛ ولی سایر تیمارها تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشتند (جدول ۵). نتایج این پژوهش داد که در تیمار عدم تنفس، شاخص برداشت با  $46/9$  درصد به‌دست آمد و کمترین شاخص برداشت نیز در تیمار تنفس متوسط با  $38/5$  درصد حاصل شد (جدول ۶). در بررسی حاضر در تیمار مصرف اسیدآسکوربیک، شاخص برداشت به مقدار  $46/6$  درصد به دست آمد. کمترین شاخص برداشت نیز در تیمار عدم مصرف اسیدآسکوربیک با  $39/4$  درصد به دست آمد (جدول ۶). نتایج بررسی راضیان (Raziyan, 2014) نشان داد که بیشترین شاخص برداشت در تیمار آبیاری  $100$  میلی‌متر تبخیر از تشک تبخیر به‌دست آمد. کمترین شاخص برداشت نیز در تیمار آبیاری  $150$  میلی‌متر تبخیر از تشک تبخیر به مقدار  $27/5$  درصد به‌دست آمد. اما گوفو (Goufo *et al.*, 2017) کاهش معنی‌دار شاخص برداشت دانه نخود با افزایش شدت تنفس خشکی را گزارش کردند.

### نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی نشان داد که اثر تنفس خشکی بر بیشتر صفات مورد بررسی معنی‌دار بود و باعث کاهش این صفات شد؛ هم‌چنین اثر اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک بر بیشتر صفات معنی‌دار بود و مصرف آن‌ها موجب افزایش کمی صفات مورد بررسی در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و تنفس کم آبی گردید. بیشترین عملکرد دانه در تیمار عدم تنفس و در حالت مصرف توأم اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک، با  $2425/1$  کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با اکثر تیمارها داشت. کمترین عملکرد دانه در تیمار تنفس شدید و عدم مصرف اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک با  $974/9$  کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد که دو عامل محلول پاشی از طریق کاهش اثرات نامطلوب تنفس خشکی و کاهش اثرات مضر اکسیداتیو و در نهایت فراهم شدن بهتر آب در گیاه در ابتدا موجب بهبود صفات رویشی و زایشی گردید و از طریق بهبود صفات مرتبط با عملکرد توانسته‌اند عملکرد دانه را افزایش دهند. بنابراین، در این پژوهش تنفس منجر به کاهش عملکرد دانه شد؛ اما استفاده از

اسیدسالیسیلیک و اسیدآسکوربیک منجر به کاهش اثر سوء تنفس و افزایش عملکرد شد. در واقع می‌توان بیان نمود که استفاده از این دو عامل سبب مقاومت به تنفس خشکی در منطقه می‌شود و با توجه به کشت تابستانه که ممکن است در زمان‌هایی با کمبود آب آبیاری مواجهه شود می‌توان تا حد قابل توجهی از اثرات تنفس را کاهش داده و به اقتصادی بودن تولید این گیاه در منطقه کمک نماید.

### منابع

- Abayomi Y.A., Abidoye T.O. 2009. Evaluation of cowpea genotypes for soil moisture stress tolerance under screen house conditions. African Journal of Plant Science, 3 (10): 229-237.
- Abdel-Wahed M.S.A., Amin A.A., El-Rashad S.M. 2006. Physiological effect of some bioregulators on vegetative growth, yield and chemical constituents of yellow maize plants. World Journal of Agricultural Sciences, 2 (2): 149-155.
- Ahmad A., Haque I., Aziz O. 1995. Physiomorphological changes in triticale improved by pyridoxine applied through grain soaking. Acta Agronomica Hungarica, 43: 211-221.
- Ahmad P., Jaleel C.A., Salem M.A., Nabi G., Sharma S. 2010. Roles of enzymatic and nonenzymatic antioxidants in plants during abiotic stress. Critical Reviews in Biotechnology, 30 (3):161-175.
- Arab P., Bradaran Firouzabadi M., Asghari H., Gholami A., Rahimi M. 2011. The effect of ascorbic acid and sodium nitroposide spraying on some safflower characteristics under irrigation tension. Proceedings of the 12<sup>th</sup> Iranian Congress of Plant Breeding, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, 16-14 September.
- Baradaran Firiozabadi M., Parsaeian M., Gholami A., Najafi F. 2012. Effect of Water Deficit and foliar application of ascorbic acid on yield and yield components of *Nigella sativa*. Proceedings of the 12 Congress of Crop Sciences, Islamic Azad University, Karaj, 16-14 September. (In Persian).
- Behnamnia M., Kalantari Kh.M., Rezanejad F. 2009. Exogenous application of brassinosteroid alleviates drought-induced oxidative stress in *Lycopersicon esculentum* L. General and Applied Plant Physiology, 35 (1-2): 22-34.
- Dolatabadian A., Sanavy S.A.M.M., Chashmi N.A. 2008. The effects of foliar application of ascorbic acid (vitamin C) on antioxidant enzymes activities, lipid peroxidation and proline accumulation of canola (*Brassica napus* L.) under conditions of salt stress. Journal of Agronomy and Crop Science, 194 (3): 206-213.
- Drunasky N., Struve D.K. 2005. *Quercus macrocarpa* and *Q. Prinus* physiological and morphological responses to drought stress on *Coriandrum sativum* L. Urban Forestry and Urban Greening, 4 (1): 13-22.

- El-Gabas N.M.M. 2006. Physiological studies on the effect of ascorbic acid and micronutrients on sunflower plants grown under salinity stress. M.Sc., Thesis in Botany, Faculty Sciences, Al-Azhar University. (In Persian).
- EL-Quesni F.E., Abd EL-Aziz N., Maga M.K. 2009. Some studies on the effect of Ascorbic Acid and  $\alpha$ -tocopherol on the growth and some chemical composition of *Hibiscus rosa sinensis* L. at Nurbaria Ozean. Journal of Application Science, 2 (2): 159-167.
- EL-Tayeb M.A. 2005. Response of barley gains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regular, 45: 215- 225.
- Farooq M., Wahid A., Kobayashi N., Fujita D., Basra S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management, In Sustainable Agriculture, 153-188.
- Fathi A., Tari D.B. 2016. Effect of drought stress and its mechanism in plants. International Journal of Life Sciences, 10 (1): 1-6.
- Goufo P., Moutinho-Pereira J.M., Jorge T.F., Correia C.M., Oliveira M.R., Rosa E. A., Trindade H. 2017. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) metabolomics: osmoprotection as a physiological strategy for drought stress resistance and improved yield. Frontiers in Plant Science, 8: 586.
- Hayat Q., Hayat S., Irfan M., Ahmad A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: a review. Environmental and Experimental Botany, 68 (1): 14-25.
- Hong-Bo Shao L., Ye Chu C., Abdul Jaleel P., Manivannan R., Panneer selvam M. Shao A. 2009. Understanding water deficit stress-induced changes in the basic metabolism of higher plants-biotechnologically and sustainably improving agriculture and the eco-environment in arid regions of the globe. Critical Reviews in Biotechnology, 29: 131-151.
- Islam F., Yasmeen T., Arif M.S., Riaz M., Shahzad S.M., Imran Q., Ali I. 2016. Combined ability of chromium (Cr) tolerant plant growth promoting bacteria (PGPB) and salicylic acid (SA) in attenuation of chromium stress in maize plants. Plant Physiology and Biochemistry, 108: 456-467.
- Jaberi H., Lotfi B., Feilinezhad A.R., Fathi A., KianErsi F., Abdollahi A. 2016. Effects of salinity stress, salicylic acid and *Pseudomonas* on the physiological characteristics and yield of seed beans (*Phaseolus vulgaris*). Advances in Bioresearch, 7 (5): 27-31.
- Jirani M., Sajjadi N.A.M.H., Sheikhi M. 2009. Effect of growth regulators and water stress on wheat cultivar characteristics of Shahriar cultivar. New Agricultural Findings, 4 (12): 333-334.
- Karami Chame S., Khalil-Tahmasbi B., ShahMahmoodi P., Abdollahi A., Fathi A., Seyed Mousavi S.J., Bahamin S. 2016. Effects of salinity stress, salicylic acid

- and pseudomonas on the physiological characteristics and yield of seed beans (*Phaseolus vulgaris*). *Scientia*, 14 (2): 234-238.
- KHosh Iqbal F., Ghorbanli M., and Haji Hosseini R. 2010. Effect of zinc sulfate tension and its interaction with ascorbic acid on some physiological indices of rapeseed (Heyola cultivar). *Vegetables*, 11 (1): 102-93.
- Kumar S., Saxena S.N., Mistry J.G., Foufat R.S., Solanki R.K., Sharma R. 2015. Understanding *Cuminum cyminum*: An important seed spice crop of arid and semi-arid regions. *International Journal Seed Spices*, 5 (2): 1-19.
- Majd A., Maddah S.M., Fallahian F., Sabaghpoor S.H., Chalabian F. 2006. 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 Journal of Biology*, 3: 314-324.
- Mohammadkhani N., Heidari R. 2007. Effects of water stress on respiration, photosynthetic pigments and water content in tow maize cultivars. *Pakistan Journal of Biological Science*, 10 (22): 4022-4028.
- Momeni Q. 2011. Effect of seed priming with salicylic acid and polyethylene glycol with plant spraying with salicylic acid on drought resistance to maize (*Zea mays* L.). M.Sc., Thesis in Seed Science and Technology, Faculty of Agriculture, Birjand University.
- Pook-pakdi A., Thira virojana K., Saeradee I., Chaikaew S. 1990. Response of New soybean accession to water stress during reproductive phase. *Kastsart Journal Natural sciences*, 24 (3): 378-387. (Abstract).
- Popova L.P., Maslenkova L.T., Yordanova R.Y., Ivanova A.P., Krantev A.P., Szalai G., Janda T. 2009. Exogenous treatment with salicylic acid attenuates cadmium toxicity in pea seedlings. *Plant Physiology Biochemical*, 47: 224-231.
- Qorbanli M., Adib Hashemi N., Peyvandi M. 2009. Effect of salinity and ascorbic acid on some physiological responses in *Nigella sativa* L. *Scientific-Research Journal of Iranian Medicinal and Aromatic Plants*, 26 (3): 388-370.
- Rahal A., Kumar A., Singh V., Yadav B., Tiwari R., Chakraborty S., Dhama K. 2014. Oxidative stress, prooxidants, and antioxidants: the interplay. *BioMed Research International*.
- Rahmani N. 2008. Effect of irrigation time and nitrogen application on qualitative and quantitative traits of Everest Spring (*Calendula Officinalis* L.). M.Sc., Thesis in Agriculture, Islamic Azad University, Takestan Branch. (In Persian).
- Raziyan S.H. 2014. Effect of irrigation intervals and application of mulch and grapefruit compounds on quantitative and qualitative yield of fennel. M.Sc., Thesis, Islamic Azad University, Dezful Branch. (In Persian).

- Razmjoo K.H., Heydarizadeh P., Sabzalian M.R. 2008. Effect of salinity and drought stresses on growth parameters and essential oil content of *Matricaria chamomile*. International Journal Agriculture Biology, 10 0(4) 23-28.
- Reddy A.R., Chaitanya K.V., Vivekanandan M. 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiology, 161: 1189-1202.
- Sadeghipour A., Banakdar Hashemi N. 2016. Effect of drought tolerance epibrassinolide in cowpea. Journal of Crop Physiology, Islamic Azad University of Ahvaz Issue 26. (In Persian).
- Senaranta T., Touchell D., Bumm E., Dixon K., 2002. Acetylaslicylic (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regular, 30: 157-161.
- Senaratna T., Touchell D.H., Bunn E., Dixon K. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regulation, 30 (2): 161-157.
- Svehlikova V., Bennett R., Mellon F., Needs P., Piacente S., Kroon P., Bao Y. 2004. Isolation, identification and stability of acylated derivatives of apigenin 7-O-glucoside from chamomile (*Chamomilla recutita* [L] Rauschert). Phytochemistry, 65: 2323-2332.
- Taheri Oshtrinani F., Fathi A. 2016. The impacts of mycorrhiza and phosphorus along with the use of salicylic acid on maize seed yield. Journal of Crop Ecophysiology, 10 (39): 657-668. (In Persian).
- Yazdanpanah S., Baghizadeh A., Abbassi F. 2011. The interaction between drought stress and salicylic and ascorbic acids on some biochemical characteristics of *Satureja hortensis*. African Journal of Agricultural Research, 6 (4): 798-807.