Archive of SID

مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۱۷ شماره ۱ صفحه‌های ۱ تا ۱۲ (۱۳۹۵)

اثر سالیسیلیک اسید بر برخی ویژگی‌های رویشی و فیزیولوژیکی دانهال‌های بادام تلخ در شرایط تنش کلرید سدیم[1]

Effect of Salicylic Acid on Vegetative and Physiological Parameters of Bitter Almond Seedlings under NaCl Stress

اعظم امیری و بهرام بانی‌نسب[2*]

چکیده

بادام از جمله درخت‌های میوه‌ای است که کشت و پرورش آن در ایران قدمتی طولانی دارد. با وجود اینکه این درخت جزو گیاهان به نسبت حساس به شوری طبقه بندی شده اما در سال‌های اخیر کیفیت پایین آب آبیاری و افزایش شوری خاک سبب کاهش تولید این گیاه شده است. نقش سالیسیلیک اسید در سازوکارهای دفاعی گیاهان در شرایط تنش نشان‌دهنده اثر این ماده در کاهش اثرهای تنش شوری در گیاهان است. بنابراین آزمایشی به منظور بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر کاهش اثرهای نامطلوب تنش شوری در دانهال‌های بادام تلخ به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کامل تصادفی با سه غلظت کلرید سدیم (۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار) و سه غلظت سالیسیلیک اسید (۰، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) انجام شد. نتیجه‌ها نشان داد تنش شوری برخی ویژگی‌های رشد رویشی و محتوای آب نسبی برگ را کاهش و مقدار نشت یونی و پرولین برگ را افزایش داد. کاربرد سالیسیلیک اسید مقدار پرولین را کاهش و محتوای آب نسبی برگ را افزایش داد و همچنین شاخص کلروفیل برگ را بهبود بخشید، اما نشت یونی از کاربرد این ماده اثر نگرفت. در مجموع نتیجه‌ها بهبود نشانه‌های تنش و آسیب‌ها در دانهال‌های تیمار شده توسط سالیسیلیک اسید را نشان داد و مشخص ساخت که سالیسیلیک اسید می‌تواند پاسخ گیاه به تنش شوری را بهبود بخشد.

واژه‌های کلیدی: بادام، سالیسیلیک اسید، شوری، ویژگی‌های رویشی، ویژگی‌های فیزیولوژیک.

مقدمه

در سال‌های اخیر در راستای سیاست‌های افزایش تولید و رشد صادرات غیرنفتی ایران، برنامه توسعه کشت بادام به دلیل ارزش اقتصادی و صادراتی آن، در سطح کشور برنامه‌ریزی و توجه شده است. اما افزایش شوری خاک ناشی از خشکسالی‌های اخیر سبب ایجاد مشکل‌هایی در رشد و نمو این درخت شده است (۲). بیش‌تر درخت‌های میوه هسته‌دار شامل آلو، زردآلو و هلو به شوری حساسیت دارند. بادام اگرچه در مقایسه با سایر هسته‌دارها حساسیت کمتری به شوری دارد اما عملکرد آن در خاک‌های شور کاهش می‌یابد (۲۱). همچنین به عقیده گراتان (۱۲) بادام در زمره درخت‌های میوه به نسبت حساس به شوری قرار می‌گیرد که به دنبال آبیاری با آبی با هدایت الکتریکی ۸/۲ دسی زیمنس بر متر حدود ۵۰٪ کاهش پتانسیل تولید نشان می‌دهد.

سالیسیلیک اسید یا اورتو هیدروکسی بنزوئیک اسید، یک تنظیم کننده رشد درونی گیاه و از گروه ترکیب‌های فنلی طبیعی می‌باشد که در تنظیم فرایندهای مختلف فیزیولوژیکی گیاه مانند تنژگی بذر، انتقال و تبادل یون‌ها،

۱- تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۵/۲/۲۲

۲- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (bbanin@cc.iut.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

حرکت روزنه‌ها، نفوذپذیری غشاها و فتوسنتز نقش دارد (۷). بررسی‌ها نشان داده است کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید بر دامنه وسیعی از فرایندهای فیزیولوژیکی از جمله افزایش تحمل به سرما در تنژگی فلفل (۱۶)، مقاومت به شوری در جو (۱۰) و کاهش اثرهای بازدارندگی تنش خشکی در خیار مؤثر می‌باشد (۵). پژوهشگرها نشان داده‌اند که اثرهای نامطلوب شوری در گیاه نتیجه تجمع اکسیژن واکنشگر[1] در گیاه است. توانایی گیاهان عالی در غیر فعال نمودن اثرهای سمی رادیکال‌های آزاد اکسیژن عامل بسیار مهم و تعیین‌کننده‌ای در افزایش مقاومت آن‌ها در برابر تنش‌ها محسوب می‌شود. سالیسیلیک اسید از جمله ترکیب‌هایی است که گیاهان برای خنثی نمودن اثرهای مخرب اکسیژن‌های واکنش‌گر و رادیکال‌های آزاد از آن استفاده می‌نمایند (۷).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که سالیسیلیک اسید از راه متعادل نمودن تعدادی از پدیده‌های متابولیکی که بر تحمل گیاه در برابر تنش شوری اثر دارند نقش مهمی در افزایش رشد و توسعه گیاهان در شرایط شوری بازی می‌کند. این ماده یک آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی است که به طور اختصاصی در پاسخ به تنش‌های محیطی تولید و موجب افزایش مقدار پروتئین و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می‌شود (۳). لارکو (۱۷) اظهار داشت که کاربرد خارجی استیل سالیسیلیک اسید در گیاه لوبیا به‌طور قابل توجهی مقدار تعرق را کاهش می‌دهد. این کاهش تعرق ممکن است در کاهش آب از دست‌دهی در شرایط تنش شوری مفید باشد. بررسی اثر کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید بر دانهال‌های پسته نشان داد که این ماده مقدار خسارت ناشی از تنش شوری را با جلوگیری از کاهش مقدار کلروفیل، مقدار رطوبت نسبی برگ و فلورسانس کلروفیل برگ و همچنین با جلوگیری از افزایش نشت یونی و مقدار پرولین، کاهش داد (۷). بر اساس بررسی‌های صورت گرفته، اطلاع‌هایی در رابطه با اثر کاربرد سالیسیلیک اسید بر بهبود رشد بادام در شرایط شور وجود ندارد. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر محلول-پاشی سالیسیلیک اسید بر برخی ویژگی‌های رویشی و فیزیولوژیک دانهال‌های بادام تلخ در شرایط تنش شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار سال ۱۳۹۱ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. دانهال‌های یکساله و یکنواخت بادام تلخ (*Prunus amygdalus*) که متداول‌ترین پایه درخت‌های بادام در کشور می‌باشد در پایان اسفند ماه از یک نهالستان معتبر در شهرکرد تهیه شدند. دانهال‌ها پس از انتقال در گلدان‌های ۴ کیلوگرمی دارای محیط کشت خاک، خاک برگ و ماسه به نسبت مساوی (حجمی) کاشته و به گلخانه منتقل شدند. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است. در طول آزمایش میانگین دمای روز و شب گلخانه به ترتیب ۳۲ و ۱۹ درجه سلسیوس بود و گیاهان در شرایط نور طبیعی نگهداری شدند.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش.

Table1. Some physical and chemical properties of the soil used in this experiment.

بافت Texture	واکنش گل اشباع pH	ظرفیت تبادل کاتیونی CEC	آهک Lime	هدایت الکتریکی EC_e ($dS\ m^{-1}$)	پتاسیم K ($mg\ kg^{-1}$ soil)	فسفر P ($mg\ kg^{-1}$ soil)
لومی-شنی Loam-sandy	7.6	13.5	0.84	3.4	55	48

۱- Reactive Oxygen Species

www.SID.ir

Archive of SID

آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کامل تصادفی با سه سطح کلرید سدیم و سه سطح سالیسیلیک اسید در چهار تکرار و در هر تکرار سه گیاه انجام شد. یک ماه پس از استقرار، دانهال‌ها با غلظت‌های صفر (شاهد)، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید در دو نوبت به فاصله یک هفته و تا مرحله قطره‌ریزان محلول پاشی شدند. به منظور تهیه محلول‌ها مقدار لازم از سالیسیلیک اسید (تهیه شده از شرکت سیگما) برحسب غلظت مورد نظر وزن، در ۵ میلی‌لیتر اتانول حل و سپس با آب مقطر به حجم رسانده شد. به منظور اعمال شوری با استفاده از آب مقطر غلظت‌های ۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم تهیه و استفاده شد. شروع تیمارهای شوری یک هفته پس از آخرین محلول‌پاشی بود. با توجه به دمای گلخانه تیمار شوری به همراه آب آبیاری هر هفته یکبار و به مقدار ۵۰۰ میلی‌لیتر به ازای هر گلدان تا پایان آزمایش اضافه شد. به‌منظور جلوگیری از وارد آمدن شوک ناگهانی به گیاهان، غلظت‌های مختلف نمک به تدریج در دو نوبت اعمال شد. به این منظور در مرحله نخست غلظت ۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به تمامی گلدان‌ها به جز گلدان‌های شاهد اضافه شد. پس از آن در نوبت بعدی آبیاری هر کدام از تیمارها غلظت‌های مربوط به خود را دریافت نمودند. آبیاری با آب دارای کلرید سدیم به گونه‌ای انجام شد که حدود یک سوم آب از راه زهکش گلدان خارج تا از تجمع نمک در گلدان جلوگیری شود. شصت روز پس از شروع اعمال تیمارهای شوری آزمایش خاتمه یافت و گیاهان برداشت شدند.

در پایان آزمایش وزن تر شاخساره و ریشه با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. وزن خشک شاخساره و ریشه پس از قرار دادن نمونه‌ها در خشک‌کن به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس و اندازه‌گیری دقیق پس از خشک شدن به‌دست آمد. درصد نشت یونی بر اساس روش پیشنهادی لاتس و همکاران (۱۸) اندازه‌گیری شد. به این منظور ابتدا شش دیسک از جوان‌ترین برگ‌های بالغ هر تکرار تهیه، سپس در سه نوبت دیسک‌ها به منظور حذف هرگونه آلودگی با آب مقطر شسته و در لوله‌های دارای ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده شدند. نمونه‌ها در ادامه به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق توسط شیکر هم زده شدند. پس از این مدت هدایت الکتریکی محلول‌ها (EC_1) با هدایت‌سنج (مدل CC-501) خوانده شد. بعد از این مرحله لوله‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس و فشار ۱ اتمسفر قرار داده و پس از خروج از اتوکلاو و رسیدن دمای نمونه‌ها به دمای آزمایشگاه دوباره هدایت الکتریکی محلول (EC_2) خوانده و با استفاده از فرمول زیر درصد نشت یونی برگ محاسبه شد.

$$\text{درصد نشت یونی} = (EC_1/EC_2) \times 100$$

محتوای نسبی آب برگ (RWC) به روش بار و ویترلی (۹) اندازه‌گیری شد. به این منظور ۰/۵ گرم از برگ‌های جوان اندازه‌گیری شد (FW). نمونه‌ها پس از شستشو در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۴ ساعت در ۴ درجه سلسیوس در تاریکی نگه‌داری و دوباره وزن شدند (TW). برگ‌ها سپس به‌مدت ۲۴ ساعت در خشک‌کن با دمای ۷۰ درجه سلسیوس خشک و وزن شدند (DW). در نهایت با استفاده از فرمول زیر درصد رطوبت نسبی برگ محاسبه شد.

$$RWC\ (\%) = (FW - DW)/(TW - DW) \times 100$$

اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ کمی پیش از پایان آزمایش توسط دستگاه کلروفیل‌سنج قابل حمل (Hansatech Instrument Ltd., UK) و روی جوان‌ترین برگ بالغ صورت گرفت. برای اندازه‌گیری پرولین از جوان‌ترین برگ‌های بالغ ۰/۵ گرم وزن شد و در سولفوسالیسیلیک اسید ۳٪ عصاره همگنی به‌دست آمد. سپس پرولین برگ به روش رنگ سنجی با استفاده از نایِن هیدرین اسید مطابق روشی که توسط بیتس و همکاران (۸) ارائه شده، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Shimadzu UV, 160A) در طول موج ۵۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. منحنی واسنجی با استفاده از استاندارد ال-پرولین رسم و غلظت پرولین آزاد نمونه‌ها بر اساس میکرومول بر گرم وزن تر برگ محاسبه شد.

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه آماری نتیجه‌ها با استفاده از نرم‌افزار Statistics و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های رویشی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که شوری، سالیسیلیک اسید و برهمکنش شوری و سالیسیلیک اسید اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر وزن تر شاخساره داشتند. میانگین داده‌ها نشان داد شوری بر وزن تر شاخساره اثر منفی داشت. به طوری که با افزایش غلظت نمک وزن تر شاخساره کاهش یافت. در مجموع کمترین وزن تر شاخساره مربوط به غلظت ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم (۷/۰۹ گرم) بود که سبب کاهش ۳۶/۱ درصدی وزن تر شاخساره نسبت به تیمار شاهد (۱۱/۱۱ گرم) شد (جدول ۲). کاهش رشد شاخساره در شرایط تنش شوری توسط کریمی و همکاران (۱۳) در پسته و سیدلر فاطمی و همکاران (۱) در توت‌فرنگی نیز گزارش شده است. در این پژوهش کاربرد سالیسیلیک اسید باعث بهبود وزن تر شاخساره شد. به طوری که بیشترین وزن تر شاخساره مربوط به غلظت ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید (۱۰/۵۷ گرم) بود که نسبت به تیمار شاهد (۶/۹۱ گرم) ۵۳٪ افزایش داشت (جدول ۲). برهمکنش شوری و سالیسیلیک اسید نیز نشان داد که هر چند بیشترین وزن‌تر شاخساره در غلظت ۴۰ و۸۰ میلی‌مولارکلرید سدیم مربوط به غلظت ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بود اما در تیمار شاهد بیشترین وزن‌تر شاخساره در غلظت ۱ میلی‌مولار سالسیلیک اسید به‌دست آمد (جدول ۲). در توت‌فرنگی نیز مشابه نتیجه‌های به‌دست آمده، سالیسیلیک اسید در غلظت ۱ میلی‌مولار باعث بهبود وزن تر و خشک شاخساره در شرایط شور شد که این افزایش به بهبود وضعیت فتوسنتز و افزایش جذب عنصرهای غذایی نسبت داده شد (۱۵).

نتیجه‌ها نشان داد که شوری، سالیسیلیک اسید و برهمکنش شوری و سالیسیلیک اسید اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر وزن خشک شاخساره داشتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که شوری بر وزن خشک شاخساره اثر منفی داشت به طوری که کمترین وزن خشک شاخساره مربوط به غلظت ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم (۳/۸۵ گرم) بود که سبب کاهش ۳۳/۳ درصدی وزن خشک شاخساره نسبت به تیمار شاهد (۷/۳۰ گرم) شد (جدول ۲). کاهش وزن خشک شاخساره با تعداد برگ کمتر و سطح کوچکتر در شرایط شوری محیط رشد گیاهان ارتباط دارد. همچنین گزارش شده است که ارتفاع گیاه و وزن‌تر شاخساره در گیاه خیار نیز بر اثر تیمار شوری کاهش یافت (۲۹). نتیجه‌های کاربرد سالیسیلیک اسید نشان داد که بیش‌ترین وزن خشک شاخساره مربوط به غلظت ۱ میلی‌مولار (۶/۶۲ گرم) بود که نسبت به تیمار شاهد (۵/۲۶ گرم) ۲۵/۸٪ افزایش داشت. برهمکنش شوری و سالیسیلیک اسید نیز نشان داد که بیشترین وزن خشک شاخساره در غلظت ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار به ترتیب مربوط به غلظت‌های ۱ و ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بود (جدول۲). در تأیید نتیجه‌های پژوهش حاضر، در گوجه فرنگی هم ثابت شد کاربرد سالیسیلیک اسید اثرهای منفی شوری بر وزن‌تر و خشک گیاه را کاهش داد (۲۵). کاربرد سالیسیلیک اسید با افزایش تثبیت دی اکسیدکربن و سرعت فتوسنتز وزن خشک گیاه را افزایش می‌دهد (۷). گونز و همکاران (۱۱) افزایش وزن تر و خشک در گیاهان در شرایط تنش شوری با کاربرد سالیسیلیک اسید را نقش این ماده در واکنش‌های آنتی اکسیدانی و محافظت غشاهای یاخته‌ای بیان کردند که باعث افزایش مقاومت گیاهان می‌شود.

وزن تر ریشه به طور معنی‌داری از شوری، سالیسیلیک اسید و برهمکنش شوری و سالیسیلیک اسید اثر گرفت (جدول ۲). به طوری که کمترین مقدار وزن تر ریشه در غلظت ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم (۱۳/۱۳ گرم) مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد (۱۷/۹۱ گرم) کاهش ۲۱/۱ درصدی نشان داد (جدول ۲). کاربرد سالیسیلیک اسید باعث بهبود وزن تر ریشه شد. بیشترین وزن تر ریشه مربوط به کاربرد سالیسیلیک اسید در غلظت ۱ میلی-

www.SID.ir

Archive of SID

مولار (۱۹/۵۹ گرم) بود که سبب افزایش ۳۸/۶ درصدی در مقایسه با تیمار شاهد (۱۴/۱۳) شد. برهمکنش کلرید سدیم و سالیسیلیک اسید نیز نشان داد که در تیمارهای ۴۰ و۸۰ میلی‌مولار بیشترین وزن‌تر ریشه به ترتیب مربوط به غلظت ۱ و ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بود (جدول ۲). در گندم اثر سالسیلیک اسید در کاهش خسارت شوری، افزایش تولید ایندول استیک اسید، افزایش تقسیم یاخته‌ای و توسعه یاخته‌های ریشه بیان شد (۲۴).

نتیجه‌های تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد هر چند کاربرد سالیسیلیک اسید و برهمکنش شوری و سالیسیلیک اسید اثر معنی‌داری بر وزن خشک ریشه داشت، اما شوری اثر معنی‌داری بر این ویژگی نداشت. کاربرد سالیسیلیک اسید باعث بهبود وزن خشک ریشه شد. به طوری که بیشترین وزن خشک ریشه مربوط به کاربرد سالیسیلیک اسید در غلظت ۰/۵ میلی مولار (۹/۸۱ گرم) بود که سبب افزایش ۱۸/۷ درصدی وزن خشک ریشه نسبت به تیمار شاهد (۸/۲۶ گرم) شد (جدول ۲). بانی‌نسب و باغبان‌ها (۶) علت افزایش وزن خشک شاخساره و ریشه خیار در غلظت ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید را افزایش مقدار کلروفیل برگ دانستند که منجر به افزایش فتوسنتز می‌شود. برهمکنش شوری و سالیسیلیک اسید نیز نشان داد اگرچه بیشترین وزن خشک ریشه در غلظت ۴۰ و۸۰ میلی‌مولارکلرید سدیم مربوط به غلظت ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بود، اما در تیمار شاهد بیشترین وزن خشک ریشه در غلظت ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید به‌دست آمد (جدول ۲). در تأیید نتیجه‌های این پژوهش، بستام و همکاران (۷) در پسته مشاهده کردند که هر چند شوری موجب کاهش معنی‌دار وزن خشک ریشه و شاخساره دانهال‌ها شد، اما کاربرد سالیسیلیک اسید در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار باعث بهبود وزن خشک شد اما بر وزن خشک ریشه اثر معنی‌دار نداشت.

ویژگی‌های فیزیولوژیک

نتیجه‌های تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد هرچند شوری و برهمکنش شوری و سالیسیلیک اسید اثر معنی-داری بر مقدار نشت یونی داشت اما سالیسیلیک اسید اثر معنی‌داری بر این ویژگی نداشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش غلظت کلرید سدیم مقدار نشت یونی به طور معنی‌داری افزایش یافت به گونه‌ای که بیشترین مقدار نشت یونی مربوط به غلظت ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم (۷۷/۷۳٪) بود که سبب افزایش ۵۰/۳۹ درصدی مقدار نشت یونی نسبت به تیمار شاهد (۵۱/۶۹٪) شد (جدول ۳). افزایش در هدایت الکتریکی نشان دهنده افزایش نشت یون به علت نبود یکپارچگی غشا می‌باشد که این یک ویژگی ذاتی برای گیاهان در معرض تنش شوری است (۲۳). افزایش نشت یونی در گیاهان به عنوان تغییر زیست‌شیمیایی ناشی از شوری توسط پاریدا و داس (۲۲) نیز گزارش شده است. برهمکنش شوری و کاربرد سالیسیلیک اسید نیز نشان داد اگرچه در تیمار شاهد کمترین مقدار نشت یونی مربوط به کاربرد ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید بود اما در تیمار ۴۰ میلی‌مولارکلرید سدیم کمترین درصد نشت یونی از کاربرد ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید به‌دست آمد و در تیمار ۸۰ میلی‌مولار کلریدسدیم سالیسیلیک اسید تأثیری نداشت (جدول۳). در تأیید نتیجه‌های این پژوهش تیمار سالیسلیک اسید باعث کاهش نشت یونی در دانهال‌های خیار در شرایط تنش شد (۲۹). گزارش شده که کاهش آسیب‌های غشا در اثر کاربرد سالیسیلیک اسید در شرایط تنش شوری می‌تواند با انگیزش پاسخ آنتی‌اکسیدانی یا تولید سایر ماده‌هایی که گیاه را از آسیب اکسیداتیوی حفاظت می‌کند، در ارتباط باشد (۲۸).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تأثیر کاربرد سالیسیلیک اسید، شوری و برهمکنش آن‌ها بر ویژگی‌های رشدی شاخساره و ریشه دانهال‌های بادام.

Table 2. Influence of salicylic acid, salinity and their interaction on shoot and root growth characteristics of almond seedlings.

کلرید سدیم NaCl (mM)	سالیسیلیک اسید Salicylic acid (mM) 0	0.5	1.0	میانگین Mean
	وزن تر شاخساره Shoot fresh weight (g)			
0	7.18 d-f†	11.30 bc	14.86 a	11.11 A
40	7.61 def	11.50 b	9.54 bcd	9.54 B
80	5.96 f	8.89 c-e	6.42 ef	7.09 C
میانگین Mean	6.91 B	10.57 A	10.27 A	
	وزن خشک شاخساره Shoot dry weight (g)			
0	6.82 bc	6.92 bc	8.45 a	7.40 A
40	4.22 e	6.95 bc	7.30 ab	6.15 B
80	4.75 de	5.70 cd	4.12 e	4.85 C
میانگین Mean	5.26 B	6.52 A	6.62 A	
	وزن تر ریشه Root fresh weight (g)			
0	15.77 de	20.27 b	17.70 cd	17.91 A
40	14.80 e	16.22 de	24.42 a	18.43 A
80	11.82 f	18.62 bc	16.65 cde	14.13 B
میانگین Mean	14.13 B	18.37 A	19.59 A	
	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)			
0	7.60 c	9.27 abc	10.77 a	9.21 A
40	10.9 a-c	9.90 ab	9.02 abc	9.34 A
80	8.10 bc	10.27 ab	7.50 c	8.62 A
میانگین Mean	8.26 B	9.81 A	9.10 AB	

† In each column and row, means followed by the same capital letters and small letters are not significantly different at 5% level of probability using LSD test.

† در هر ستون و ردیف میانگین‌هایی که حرف‌های کوچک یا بزرگ مشترک دارند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار ندارند.

شوری، کاربرد سالیسیلیک اسید و همچنین برهمکنش شوری و کاربرد سالیسیلیک اسید تأثیر معنی‌داری بر محتوای آب نسبی برگ دانهال‌های بادام تلخ داشتند. با افزایش غلظت کلرید سدیم محتوای آب نسبی برگ به طور معنی‌داری کاهش یافت به طوری که کمترین محتوای آب نسبی برگ مربوط به غلظت ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم (۶۸/۹۳٪) بود که سبب کاهش ۲۰/۲۱ درصدی محتوای آب نسبی برگ نسبت به تیمار شاهد (۸۶/۴۰٪) شد. درصد آب نسبی برگ به عنوان معیاری قابل اعتماد جهت اندازه‌گیری وضعیت آب در بافت‌های گیاهی مطرح می‌باشد. کاهش درصد آب نسبی برگ پاسخ عمومی گیاهان در معرض تنش اسمزی و ویژگی بسیار مناسبی از وضعیت آب در گیاه است (۳). کریمی و همکاران (۱۳) گزارش کردند که با افزایش شوری، درصد آب نسبی برگ در دانهال‌های پسته تا حدی کاهش یافت؛ اگرچه این تغییرها معنی‌دار نبود. در خیار نیز ثابت شده است که شوری

www.SID.ir

Archive of SID

باعث کاهش محتوای آب نسبی برگ می‌شود (۲۹). نتیجه‌ها همچنین نشان داد که کاربرد سالیسیلیک اسید اثر معنی‌داری بر افزایش محتوای آب نسبی برگ‌ها داشت به گونه‌ای که بیشترین محتوای آب نسبی برگ مربوط به تیمار ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید (۸۱/۲۳٪) بود که منجر به افزایش ۱۱/۰۵ درصدی نسبت به تیمار شاهد (۷۳/۱۵٪) شد (جدول ۳). این پدیده ممکن است با این مسأله که کاربرد برگی سالیسیلیک اسید می‌تواند مقاومت گیاه را در برابر ریزش برگ افزایش و تعرق را کاهش دهد، در ارتباط باشد (۲۷). برهمکنش شوری و کاربرد سالیسیلیک اسید نیز نشان داد اگرچه در شوری ۴۰ میلی‌مولار بیشترین محتوای آب نسبی برگ مربوط به کاربرد ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید (۷۲/۱۷٪) بود اما در غلظت ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بیشترین محتوای آب نسبی برگ در تیمار کاربرد سالیسیلیک اسید ۱ میلی‌مولار (۸۲/۰۲٪) مشاهده شد (جدول ۴). زهسی و همکاران (۲۶) نشان دادند که کلرید سدیم منجر به کاهش معنی‌داری در درصد آب نسبی برگ گیاه گوجه فرنگی شد، اما کاربرد سالیسیلیک اسید باعث افزایش این ویژگی شد و آن را بهبود بخشید. تاری و همکاران (۲۷) نقش سالیسیلیک اسید در افزایش درصد رطوبت نسبی برگ و پتانسیل آبی در گیاهان مقاوم به شوری را گزارش کردند. اثر سالیسیلیک اسید در افزایش درصد رطوبت نسبی به افزایش آبسایزیک اسید توسط این ماده ربط داده شد که به حفظ تعادل آب در گیاه کمک می‌کند (۷). مقایسه میانگین‌ها نشان داد اختلاف معنی‌داری بین شاخص کلروفیل برگ در تیمارهای مختلف کلرید سدیم وجود دارد. به طوری که با افزایش غلظت کلرید سدیم شاخص کلروفیل برگ به طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین شاخص کلروفیل برگ مربوط به غلظت ۴۰ میلی‌مولار کلرید سدیم (۳۷/۹۰٪) بود که سبب افزایش ۳۷/۷۱ درصدی شاخص کلروفیل برگ نسبت به تیمار شاهد (۲۷/۵۲٪) شد (جدول ۳). تغییر اندازه یاخته در اثر تنش شوری، با کاهش بیش‌تری در سطح نسبت به عمق همراه است و باعث کوچک‌تر و ضخیم‌تر شدن برگ‌ها و این تغییرهای ساختاری، موجب افزایش تراکم کلروپلاست در واحد سطح برگ می‌شود (۱۹). نتیجه‌ها همچنین نشان داد کاربرد سالیسیلیک اسید در غلظت ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید باعث افزایش معنی‌دار شاخص کلروفیل برگ نسبت به تیمار شاهد شد، به گونه‌ای که این تیمار سبب افزایش ۱۷/۷۸ درصدی شاخص کلروفیل برگ نسبت به شاهد شد (جدول ۳). نتیجه‌های به‌دست آمده با نتیجه‌ها توسط بستام و همکاران (۷) در پسته مطابقت دارد. برهمکنش‌ها نیز نشان داد در تیمار شاهد و تیمارهای ۴۰ و ۸۰ میلی مولار نمک بیشترین کلروفیل نسبی برگ در تیمار کاربرد ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید مشاهده شد (جدول ۳). در تأیید این نتیجه‌ها، ایلدیریم و همکاران (۲۹) گزارش کردند که مقدار کلروفیل نسبی برگ در گیاه خیار در اثر تیمار کلرید سدیم به طور معنی‌داری کاهش یافت، اما کاربرد سالیسیلیک اسید منجر به افزایش معنی-داری در مقدار نسبی کلروفیل برگ شد. همچنین افزایش مقدار کلروفیل نسبی برگ در اثر کاربرد سالیسیلیک اسید در شرایط تنش شوری توسط الطیب (۱۰)، گونز و همکاران (۱۱) در جو و ذرت نیز گزارش شده است. تاری و همکاران (۲۷) دریافتند که سالیسیلیک اسید با کاهش ازبین رفتن مقدار کلروفیل در گیاه گوجه فرنگی منجر به بهبود وضعیت این ویژگی در شرایط تنش شوری می‌شود. نقش سالیسیلیک اسید در افزایش کلروفیل برگ به دلیل افزایش سایتوکینین می‌باشد که در تمایزیابی کلروپلاست، ساخت زیستی کلروفیل و جلوگیری از تخریب کلروفیل نقش دارد (۷).

نتیجه‌ها نشان داد اختلاف معنی‌داری بین مقدار پرولین در تیمارهای مختلف کلرید سدیم وجود داشت به گونه‌ای که بیشترین افزایش مقدار پرولین مربوط به غلظت ۸۰ میلی‌مولار کلرید سدیم (۰/۲۰ مایکرومول در گرم وزن تر) بود که سبب افزایش ۲۵ درصدی مقدار پرولین نسبت به تیمار شاهد (۰/۱۶ مایکرومول در گرم وزن تر) شد (جدول ۳). آفتاب و همکاران (۳) نیز در مورد گیاه درمنه به نتیجه‌ای مشابه دست یافتند. افزایش مقدار پرولین در گیاهان در شرایط تنش با افزایش مقاومت به شوری همبستگی دارد (۲۰).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- اثر کاربرد سالیسیلیک اسید، شوری و برهمکنش آن‌ها بر ویژگی‌های فیزیولوژیک دانهال‌های بادام.

Table 3. Influence of salicylic acid, salinity and their interaction on physiological characteristics of almond seedlings.

کلرید سدیم NaCl (mM)	سالیسیلیک اسید Salicylic acid (mM) 0	0.5	1.0	میانگین Mean
	درصد نشت یونی Leaf electrolyte leakage (%)			
0	52 cd†	44.90 d	58.15 bcd	51.69 C
40	67.14 b	64.24 bc	58.36 bcd	63.25 B
80	60.53 bcd	85.54 a	87.16 a	77.74 A
میانگین Mean	59.89 A	64.89 A	67.89 A	
	درصد رطوبت نسبی برگ Relative water content (%)			
0	83.85 a	85.17 a	90.20 a	86.40 A
40	70.10 b	72.17 b	71.50 b	71.25 B
80	65.50 bc	59.27 c	82.02 a	68.93 B
میانگین Mean	73.15 B	72.20 B	81.24 A	
	شاخص کلروفیل برگ Relative leaf chlorophyll (%)			
0	25.30 e	27.67 cde	29.60 b-e	27.52 B
40	33.35 b	32.90 bc	47.47 a	37.90 A
80	26.52 de	25.95 e	31.60 bcd	30.38 B
میانگین Mean	28.39 B	28.84 B	36.22 A	
	پرولین Proline (μg^{-1} F.w.)			
0	0.28 a	0.12 bc	0.07 c	0.16 B
40	0.18 b	0.13 b	0.17 b	0.16 B
80	0.17 b	0.28 a	0.15 b	0.20 A
میانگین Mean	0.21 A	0.18 A	0.13 B	

† In each column and row, means followed by the same capital letters and small letters are not significantly different at 5% level of probability using LSD test.

† در هر ستون و ردیف میانگین هایی که حرف‌های کوچک یا بزرگ مشترک دارند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتیجه‌ها همچنین بیانگر این بود که کاربرد برخی از غلظت‌های سالیسیلیک اسید اثر معنی‌داری بر کاهش مقدار پرولین داشتند به گونه‌ای که کمترین مقدار پرولین مربوط به تیمار ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید (۰/۱۳ مایکرومول در گرم وزن تر) بود که منجر به کاهش ۳۸/۱ درصدی نسبت به تیمار شاهد (۰/۲۱ مایکرومول در گرم وزن تر) شد (جدول ۳). از آن جایی‌که پرولین اغلب یک محلول سازگار در تنظیم اسمزی در شرایط تنش است (۱۳)، کاهش سطح پرولین در گیاهان تیمار شده با سالیسیلیک اسید نشان دهنده نقش بهبود دهنده آن‌ها در وضعیت تنش می‌باشد که ممکن است علت حفظ رشد گیاهان در شرایط تنش نیز همین نکته باشد (۷). کاربرد سالیسیلیک اسید منجر به افزایش آبسایزیک اسید در گیاه می‌شود و آبسایزیک اسید با ایفای نقش کلیدی باعث

www.SID.ir

Archive of SID

انگیزش ساخت یک سری از پروتئین‌ها می‌شود. بنابراین می‌توان این گونه حدس زد که نقش آبسایزیک اسید کنترل تغییرهای مقدار پرولین در گیاه تیمار شده با سالیسیلیک اسید برای آماده سازی جهت مقابله با تنش می‌باشد (۲۴). برهمکنش شوری و کاربرد سالیسیلیک اسید نیز نشان داد در شوری ۴۰ و ۸۰ میلی‌مولار کمترین مقدار پرولین در کاربرد ۰/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید مشاهده شد (جدول ۳).

همبستگی بین ویژگی‌های ریخت‌شناسی (وزن‌تر و خشک شاخساره و ریشه) با ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه (شاخص کلروفیل برگ، درصد نشت یونی، مقدار رطوبت نسبی گیاه و مقدار پرولین) مشاهده شد. همبستگی بین ویژگی‌ها نشان داد که مقدار پرولین برگ با وزن تر و خشک شاخساره همبستگی منفی دارد که علت این موضوع می‌تواند کاهش سطح پروتئین‌ها و اثر اسمزی نمک در تجمع پرولین باشد (جدول ۴). همبستگی منفی بین مقدار آب نسبی با پرولین و نشت یونی برگ وجود داشت به شکلی که افزایش آب نسبی برگ سبب کاهش معنی‌دار مقدار پرولین برگ و نشت یونی برگ شد. طبق نتیجه‌ها، کاربرد سالیسیلیک اسید با جلوگیری از کاهش شاخص کلروفیل برگ و رطوبت نسبی برگ و با جلوگیری از افزایش درصد نشت یونی برگ و مقدار پرولین دانهال‌های بادام تلخ اثرهای بد و خسارت‌های ناشی از تنش شوری را بهبود بخشید. مقدار پرولین نیز به عنوان شاخصی از وضعیت گیاه در شرایط تنش نشان دهنده اثرهای نامطلوب شوری بر دانهال‌ها بوده که با کاربرد سالیسیلیک اسید، گیاه از وضعیت تنش خارج شد و گیاه بهبود یافت و در نتیجه این روند مقدار پرولین در یاخته‌های گیاه کاهش یافت.

جدول۴- همبستگی بین ویژگی‌های دانهال‌های بادام تلخ در شرایط تنش شوری.

Table 4. Correlations between characteristics of almond seedlings under salt stress.

	1†	2	3	4	5	6	7	8
1	1	0.76^{**}	0.068^{ns}	0.364^{*}	-0.340^{*}	0.383^{*}	0.057^{ns}	0.515^{**}
2	-	1	0.071^{ns}	0.262^{ns}	-0.513^{**}	0.402^{*}	0.124^{ns}	-0.232^{ns}
3	-	-	1	0.730^{**}	0.267^{ns}	-0.358^{*}	0.522^{**}	0.035^{ns}
4	-	-	-	1	0.235^{ns}	-0.287^{*}	0.423^{**}	0.014^{ns}
5	-	-	-	-	1	-0.375^{*}	-0.004^{ns}	0.212^{ns}
6	-	-	-	-	-	1	0.003^{ns}	-0.378^{*}
7	-	-	-	-	-	-	1	-0.267^{ns}
8	-	-	-	-	-	-	-	1

† 1- shoot fresh weight 2- shoot dry weight 3- root fresh weight 4- root dry weight 5- leaf electrolyte leakage 6- relative water content 7- relative leaf chlorophyll 8- leaf proline content. **, * and ^{ns} are significant at 0.01, significant at 0.05 and non-significant, respectively.

†۱- وزن تر اندام هوایی، ۲- وزن خشک اندام هوایی، ۳- وزن تر ریشه، ۴- وزن خشک ریشه، ۵- درصد نشت یونی برگ، ۶- رطوبت نسبی برگ، ۷- شاخص کلروفیل برگ ۸ - پرولین برگ. **، * و ^{ns} به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال، ۰/۰۱، ۰/۰۵ و معنی‌دار نبودن می‌باشد.

سپاسگزاری

امکانات مالی و تجهیزهای لازم برای این انجام این پژوهش توسط دانشگاه صنعتی اصفهان و قطب زیست فناوری بیماری‌های درختان مهم میوه منطقه مرکزی ایران فراهم شده است که بدین وسیله مراتب تشکر و قدردانی اعلام می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

References

منابع

۱. سیدر فاطمی، ل.، چ. طباطبایی و ا. فلاحی. ۱۳۸۸. تأثیر سیلیسیوم بر شدت فتوسنتز و غلظت عناصر غذایی گیاه توت فرنگی در شرایط تنش شوری. دانش کشاورزی پایدار. ۱۱۷-۱۰۷: ۱۹.

۲. حکیمی رضایی، چ. و ر. جلیلی مرندی. ۱۳۸۲. پرورش فندق- بادام- گردو (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه ارومیه. ۲۰۴ ص.

3. Aftab, T., M. Masroor, A. Khan, D. Teixeira, J.A. Silva, M. Idrees and M. Naeem. 2011. Role of salicylic acid in promoting salt stress tolerance and enhanced artemisinin production in *Artemisia annua* L. J. Plant Growth Regul. 30:425-435.

4. Ashraf, M., N.A. Akram, R.N. Arteca and M.R. Foolad. 2010. The physiological, biochemical and molecular roles of brassinosteroids and salicylic acid in plant processes and salt tolerance. Crit. Rev. Plant Sci. 29:162-190.

5. Baninasab, B. 2010. Induction of drought tolerance by salicylic acid in seedlings of cucumber (*Cucumis sativus* L.). J. Hortic. Sci. Biotech. 85:191-196.

6. Baninasab, B. and M.R. Baghbanha. 2013. Influence of salicylic acid pre-treatment on emergence and early seedling growth of cucumber (*Cucumis sativus*) under salt stress. Inter. J. Plant Product. 7:187-206.

7. Bastam, N., B. Baninasab and C. Ghobadi. 2013. Improving salt tolerance by exogenous application of salicylic acid in seedlings of pistachio. J. Plant Growth Regul. 69: 265-284.

8. Bates, L.S., R.P. Waldren and I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline of water stress studies. Plant Soil 39:205-207.

9. Barr, H.D. and P.E. Weatherley. 1962. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. Aust. J. Biol. Sci. 15:413-428.

10. El-Tayeb, A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. J. Plant Growth Regul. 45:215-224.

11. Gunes, A., A. Inal, M. Alpaslan, F. Eraslan, E.G. Bagci and N. Cicek. 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. J. Plant Physiol. 164:728-736.

12. Grattan, S.R. 2002. Irrigation Water Salinity and Crop Production. Publication 8066, Universiy of California. 9 p.

www.SID.ir

Archive of SID

13. Karimi, S., M. Rahemi, M. Maftoun, S. Eshghi and V. Tavallali. 2009. Effects of long-term salinity on growth and performance of two pistachio (*Pistacia vera* L.) rootstocks. Aust. J. Basic Appl. Sci. 3:1630-1639.
14. Kaya, C., L. Tuna and D. Higgs. 2006. Effect of silicon on plant growth and mineral nutrition of maize grown under water-stress condition. J. Plant Nutr. 29:1469-1480.
15. Karlidag, H., E. Yildirim and M. Turan. 2009. Salicylic acid ameliorates the adverse effect of salt stress on strawberry. Sci. Agric. 66:180-187.
16. Korkmaz, A. 2005. Inclusion of acetyl salicylic acid and methyl jasmonate into the priming solution improves low temperature germination and emergence of sweet pepper seeds. HortScience. 40:197-200.
17. Larque-Saavedra, A. 1979. Stomatal closure in response to acetyl salicylic acid treatment. Z. P. Flannzenphysiol. 93:371-375.
18. Lutts, S., V. Majerus and J.M. Kinet. 1999. NaCl effects on proline metabolism in rice (*Oryza sativa*) seedlings. Plant Physiol. 105:450-458.
19. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environ. 25:239-250.
20. Misra, N. and A.K. Gupta. 2005. Effect of salt stress on proline metabolism in two high yielding genotypes of green gram. Plant Sci. 169:331-339.
21. Najafian, S., M. Rahemi and V. Tavllali. 2008. Growth and chemical composition of hybrid GF677 *(Prunus amygdalus* x *Prunus persica*) influenced by salinity levels of irrigation water. Asian J. Plant Sci. 1683-1685.
22. Parida, A.K. and A.B. Das. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. Ecotoxicol. Environ. Mental Safe. 60:324-349.
23. Sharma, D., A. Dubey, M. Srivastav, A. Singh, R. Sairam, R. Pandey, A. Dahuja and C. Kaur. 2011. Effect of putrescine and paclobutrazol on growth, physiochemical parameters, and nutrient acquisition of salt-sensitive citrus rootstock Karna khatta (*Citrus karna* Raf.) under NaCl stress. J. Plant Growth Regul. 30:301-311.
24. Shakirova, M., A.R.M. Sakhabuydinova, V.R. Bezrukova, A. Fakhutdinova and D.R. Fakhutdinova. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. J. Plant Sci. 164:317-322.
25. Stevens, J., T. Senaratna and K. Sivasithamparam. 2006. Salicylic acid induces salinity tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Roma): associated changes in gas exchange, water relations and membrane stabilisation. J. Plant Growth Regul. 49:77-83.

www.SID.ir

Archive of SID

26. Szepesi, A., J. Csiszar, S. Bajkan, K. Gemes, F. Horvath, L. Erdei, A.K. Deer, M.L. Simon and I. Tari. 2005. Role of salicylic acid pretreatment on the acclimation of tomato plants to salt- and osmotic stress. Acta Biol. Szegediensis. 49:123-125.

27. Tari, I., J. Csiszar, S. Gabriella, F. Horvath, A. Pecsvaradi, G. Kiss, A. Szepsi, M. Szabo and L. Erdei. 2002. Acclimation of tomato plants to salinity stress after a salicylic acid pre-treatment. Acta Biol. Szegediensis. 46:55-56.

28. Zhao, Y., K. Jiao, S.J. Herbert and L. Hao. 2008. Salicylic acid, hydrogen peroxide and calcium-induced saline tolerance associated with endogenous hydrogen peroxide homeostasis in naked oat seedlings. J. Plant Growth Regul. 54:249-259.

29. Yildirim, E., M. Turan and I. Guvence. 2008. Effect of foliar salicylic acid application on growth, chlorophyll, and mineral content of cucumber grown under salt stress. J. Plant Nutr. 31:593-612.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 17 (1): 1-12 (2016)

Effect of Salicylic Acid on Vegetative and Physiological Parameters of Bitter Almond Seedlings under NaCl Stress

A. Amiri and B. Baninasab[*1]

Almond trees have been grown in Iran for many years. Despite almond has been classified as salt semi-tolerant plant, poor quality of irrigation water in association with salt has reduced the yields of almond over recent years. Salicylic acid (SA) is responsible for inducing tolerance to a number of biotic and abiotic stresses. Thas, an experiment was conducted to study the effect of SA on salinity stress alleviation of bitter almond seedling. The experiment was set up as factorial experiment in completely randomized design with two factors including NaCl concentration (0, 40 or 80 mM) and SA at three levels (0, 0.5 or 1 mM). The results showed that salt stress decreased some vegetative growth parameters and relative water content and increased ion leakage and leaf proline content in almond seedlings. Application of SA improved vegetative growth parameters, decreased proline concentration, increased water relative content and leaf chlorophyll index. Improved stress indexes in SA-treated seedlings showed that applied of SA ameliorated the adverse effects of injury caused by salt stress.

Key Words: Almond, Salicylic acid, Salinity, Vegetative parameters, Physiological parameters.

1. Former M.Sc. Student and Associate Professor of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology. Isfahan, I.R.Iran, respectively.
*Corresponding author, Email: (bbanin@cc.iut.ac.ir)

www.SID.ir