

تأثیر اسید سالیسیلیک بر ترکیب عناصر غذایی برگ در انگور رقم بیدانه سفید در شرایط تنش شوری

جعفر امیری^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۸/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۰۲)

چکیده

شوری خاک از جدی‌ترین تهدیدهای محیطی برای بقاء گیاهان محسوب می‌شود. برخی از تنظیم‌کننده‌های رشد مانند اسید سالیسیلیک باعث ایجاد مقاومت در گیاهان نسبت به تنش‌های محیطی مانند گرما، سرما، خشکی و شوری می‌شود. به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد اسید سالیسیلیک بر برخی ویژگی‌های رشدی و جذب عناصر در رقم انگور بیدانه سفید تحت شرایط تنش شوری، آزمایشی گلدانی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی انجام گرفت. قلمه‌های ریشه‌دار شده این رقم با پنج سطح شوری (همراه آب آبیاری) صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و چهار سطح اسید سالیسیلیک (محلول پاشی برگساره‌ای) صفر (شاهد)، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر تیمار شدند. با افزایش سطح شوری، وزن تر و خشک ریشه و شاخساره کاهش یافت. در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار با کاربرد اسید سالیسیلیک (۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) وزن خشک ریشه و شاخساره به ترتیب ۶۵/۷۶ و ۷۵/۹ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد. هم‌چنین در این سطح شوری، غلظت یون‌های نیتрат، ۵۷ درصد، پتاسیم، ۷۳ درصد، کلسیم، ۶۲/۴ درصد، منیزیم، ۴۳ درصد، آهن، ۵۴ درصد و میزان روی برگ، ۷۵ درصد در مقایسه با شاهد (بدون تیمار اسید سالیسیلیک) کاهش نشان دادند. در سطح شوری ۱۰۰ میلی‌مولار، بدون کاربرد اسید سالیسیلیک، میزان سدیم و کلر برگ به ترتیب ۱۰۰ و ۲۰/۷۷ برابر در مقایسه با شاهد افزایش یافت. با کاربرد اسید سالیسیلیک میزان تجمع یون‌های سدیم و کلر در برگ کاهش یافتند. این پژوهش، نشان داد که در شرایط تنش شوری، کاربرد اسید سالیسیلیک می‌تواند بعضی از اثرات منفی ناشی از تنش شوری را (به‌ویژه در غلظت‌های کم‌تر از ۵۰ میلی‌مولار) در این رقم انگور تعدیل نماید.

واژه‌های کلیدی: انگور، پتاسیم، تنش شوری، شاخص‌های رشدی، نیترات

۱- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه (مکاتبه کننده)

*پست الکترونیک: j.amiri@urmia.ac.ir

مقدمه

گیاهان در اغلب موارد، در معرض تنش‌های غیرزنده مانند خشکی، شوری، دمای کم و زیاد، غرقابی، فلزات سنگین، ازن، علف‌کش‌ها و غیره می‌باشند (Mirza et al., 2013). در حال حاضر در بیش‌تر مناطق دنیا، افزایش شوری زمین‌های کشاورزی، تهدیدی جدی برای پرورش دهندگان انگور محسوب می‌شود (Fisarakis et al., 2001). انگور تا حدودی به شوری حساس بوده و آسیب ناشی از شوری، بیش‌تر به‌وسیله تجمع یون‌های کلر در انگور ایجاد می‌شود. با وجود این، پاسخ انگور به شوری بستگی به عواملی از جمله ترکیب پایه -پیوندک، سیستم آبیاری، نوع خاک، سن بوته و شرایط آب و هوایی دارد (Fisarakis et al., 2001). میزان تحمل گونه‌های انگور به شوری بسیار متفاوت بوده اما به‌طور کلی تا سطح پنج دسی زیمنس بر متر را تحمل می‌نمایند (Jalili Marandi, 2010). در بررسی‌های فیزاراکیس و همکاران (Fisarakis et al., 2001) روی انگورهای رقم 'Sultana' که روی پایه خود و یا پایه‌های 41B، 110R، 140RU، 1103P و SO4 در غلظت‌های متفاوت شوری (پنج، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار) در یک دوره ۷۰ روزه قرار گرفته بودند، گزارش شد که رشد شاخساره، سطح و تعداد برگ و وزن خشک کل در همه سطوح شوری کاهش یافتند. در پژوهش دیگری روی دو رقم انگور 'Sultana' و 'Muskule' که به‌ترتیب روی پایه‌های *V. Rupestris* و 110R در معرض سطوح شوری ۰/۳، ۲/۷ و ۵/۴۵ دسی زیمنس بر متر در طول دو ماه انجام شد، کاهش وزن خشک شاخساره و ریشه گزارش شد (Sivritepe et al., 2010). فرگوسن و همکاران (Ferguson et al., 2002) در بررسی‌های خود در درختان پسته رقم 'Kerman' روی سه پایه مختلف در سطوح شوری ۳/۵، ۸/۷، ۱۲ و ۱۶ دسی زیمنس بر متر، مشاهده نمودند که با افزایش غلظت نمک، صفات رویشی مانند قطر تنه، ارتفاع درخت، سطح و تعداد برگ، وزن تر و خشک شاخساره به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند. بر اساس پژوهش‌های انجام شده روی انگور، نشان داده که یون‌های سدیم و پتاسیم حتی با افزودن مقادیر کم کلرید سدیم، رقابت شدیدی نشان می‌دهند (Troncoso et al., 1999). والکر و همکاران (Walker et al., 1997) گزارش نمودند که با افزایش شوری، غلظت پتاسیم و منیزیم برگ‌های انگور

مستقر روی پایه Ramsey به‌ترتیب کاهش و افزایش یافته و و غلظت یون‌های تغییری نیافت. بررسی‌های والکر و همکاران (Walker et al., 2004) در ارتباط با انگور رقم Sultana روی پایه‌های Ramsey، 1103 Paulsen، 117-69 و هیبریدهای R₁، R₂، R₃ و R₄ در شرایط تنش شوری نشان داد که تمامی پایه‌ها در برون ریزش یون‌های کلر در مقایسه با پایه Sultana موفق عمل نموده و هم‌چنین پایه Paulsen 1103 کم‌ترین تجمع کلر را در پهنک و دم‌برگ داشت. در پژوهش دیگری در دو رقم انگور Sultana و Muskule که بر روی پایه‌های 110R و *Vitis rupestris* تحت تنش شوری قرار داشتند، گزارش گردید که شوری باعث افزایش میزان نیتروژن و کاهش پتاسیم در ریشه‌های تمامی ارقام پیوندی شده و باعث کاهش غلظت یون‌های منیزیم، آهن و منگنز شد، اما تأثیری بر میزان غلظت یون‌های کلسیم، فسفر، مس و روی نداشت (Sivritepe et al., 2010). امروزه پژوهش‌های مختلفی با هدف یافتن ترکیبات جدیدتر به‌منظور کاستن یا جلوگیری از اثرات منفی تنش‌ها در گیاهان باغبانی صورت می‌گیرد. اسید سالیسیلیک یکی از ترکیبات مهم در مقابله با تنش‌ها می‌باشد. نقش اسید سالیسیلیک در پژوهش‌های مختلف در مقابله با تنش‌های غیر زنده مانند ازن، اشعه ماوراء بنفش، گرما، خشکی، فلزات سنگین و تنش‌های اسمزی به اثبات رسیده است (Panda & Patra, 2007). نقش اثرات مثبت اسید سالیسیلیک بر جذب یون‌های مفید و اثرات بازدارندگی در جذب یون‌های سدیم و کلر در شرایط تنش شوری در پژوهش‌هایی گزارش شده است (Gunes et al., 2007). در پژوهشی روی توت فرنگی در شرایط تنش شوری، استفاده از اسید سالیسیلیک در غلظت یک میلی مولار، باعث افزایش وزن تر و خشک شاخساره و ریشه شد (Karlidag et al., 2009). هدف از انجام این پژوهش، بررسی افزایش میزان تحمل به شوری در رقم انگور بیدانه سفید با کاربرد اسید سالیسیلیک و تأثیر آن بر بهبود برخی شاخص‌های رشد و نیز بهبود جذب عناصر در شرایط تنش شوری بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه و آزمایشگاه‌های پژوهشی گروه‌های علوم باغبانی و علوم خاک دانشکده کشاورزی و

معنی‌دار نبوده و یا این که این تأثیر ضعیف‌تر بود. یافته‌های یل‌دیریم و همکاران (Yildirim *et al.*, 2008) در خیار و خودری (Khodary, 2004) در ذرت با نتایج این پژوهش در مورد نقش مثبت اسید سالیسیلیک در کاهش اثرات منفی شوری در صفات رویشی، هم‌سو بود. نتایج مشابهی از تأثیر منفی شوری بر شاخص‌های رشدی در گیاهان دیگری مانند گیلاس (Erturk *et al.*, 2007) و توت‌فرنگی (Keutgen & Pawelzik, 2009)، گزارش شده است. ارتباط میان شوری و تغذیه معدنی گیاهان، فرآیندی گسترده و پیچیده است (Grattan & Grieve, 1999). گزارش‌های متعددی نشان داده است که شوری، جذب و تجمع برخی عناصر غذایی در گیاهان را کاهش می‌دهد (Hu & Schmidhalter, 2005). یافته‌های این پژوهش، نیز به‌وضوح نشان داد که تیمارهای شوری به‌طور معنی‌داری، باعث افزایش غلظت یون‌های سدیم (Na^+) برگ، در این رقم شدند به‌طوری که میزان سدیم برگ، از سطح شوری ۲۵ تا ۱۰۰ میلی‌مولار از یک روند افزایشی برخوردار بود. میزان سدیم برگ بدون کاربرد اسید سالیسیلیک، در سطوح شوری ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار، به‌ترتیب شش، ۲۹/۶، ۶۸/۸ و ۱۰۰ برابر در مقایسه با شاهد بود (شکل الف).

تأثیر بسته به سطوح شوری متفاوت بود. در این پژوهش، با افزایش سطح شوری، صفات رویشی از جمله وزن تر و خشک ریشه و شاخساره کاهش یافتند. بیش‌ترین تأثیر منفی شوری بر صفات رویشی در بالاترین سطوح شوری (۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار) مشاهده شد. این نتایج با یافته‌های فیزاراکیس و همکاران (Fisarakis *et al.*, 2001) در انگور مینی بر کاهش صفات رویشی در اثر شوری، مطابقت دارد. براساس پژوهش‌های گراتان و گریو (Grattan & Grieve, 1999)، غلظت برخی عناصر غذایی در گیاهان تحت تأثیر شوری زیاد و غلظت برخی دیگر کم شده (عدم تعادل یونی) که منجر به کاهش شاخص‌های رویشی گیاهان می‌شود. در این پژوهش نیز به احتمال زیاد، کاهش جذب عناصر غذایی مانند نیترات، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن و روی در برگ و افزایش جذب یون‌های سدیم و کلر باعث نوعی عدم تعادل یونی و سمیت یونی در این رقم شده، در نتیجه تأثیر منفی بر رشد رویشی گذاشت. کاربرد غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک، تأثیر مثبتی بر بیش‌تر صفات رویشی بیان شده در تیمارهای مختلف شوری داشت، اما در بیش‌تر این صفات رویشی، کاربرد اسید سالیسیلیک، در سطوح بالای شوری (مانند غلظت ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار)، از نظر آماری

جدول ۲- اثر محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر برخی ویژگی‌های رشدی رقم انگور بیدانه سفید در شرایط شوری

Table 2. The effect of salicylic acid foliar spray on some growth characteristics of grapevine Bidaneh-Sefid cultivar under salinity conditions

Salinity mM	Salicylic Acid mg l ⁻¹	Root dry weight	Shoot dry weight	Root fresh weight g	Shoot fresh weight
0	0	8.12 ^a	20.35 ^a	39.34 ^a	42.91 ^{ab}
0	100	8.25 ^a	20.18 ^a	37.49 ^{a-c}	45.93 ^a
0	200	8.28 ^a	20.63 ^a	38.15 ^{ab}	40.79 ^{bc}
0	300	8.14 ^a	20 ^{ab}	36.11 ^{a-c}	41.22 ^{a-c}
25	0	6.77 ^{bc}	16.42 ^{cd}	28.31 ^{de}	34.02 ^{de}
25	100	6.14 ^{cd}	16.13 ^{c-e}	26.65 ^{de}	32.75 ^{de}
25	200	7.58 ^{ab}	18.75 ^{ab}	34.36 ^{a-c}	37.44 ^{cd}
25	300	7.28 ^{a-c}	17.99 ^{bc}	34.57 ^{a-c}	42.83 ^{ab}
50	0	5.16 ^{de}	10.27 ^f	23.82 ^e	27.36 ^f
50	100	4.77 ^{ef}	11.3 ^f	24.86 ^e	34 ^{de}
50	200	6.91 ^{bc}	14.22 ^e	31.8 ^{cd}	32.21 ^e
50	300	6.69 ^{bc}	14.61 ^{de}	32.3 ^{b-d}	33.17 ^{de}
75	0	3.92 ^{fg}	7.46 ^{gh}	15.64 ^f	23.1 ^f
75	100	3.61 ^g	7.71 ^g	14.5 ^{fg}	22.55 ^f
75	200	5.21 ^{de}	10.1 ^f	14.56 ^{fg}	23.88 ^f
75	300	5.4 ^{de}	9.29 ^{fg}	14.59 ^{fg}	25.07 ^f
100	0	3.15 ^g	5.14 ⁱ	12.71 ^{fg}	16.09 ^g
100	100	3.17 ^g	4.66 ⁱ	10.49 ^{fg}	14.58 ^g
100	200	3.55 ^g	5.6 ^{hi}	8.93 ^g	13.76 ^g
100	300	2.78 ^g	4.91 ⁱ	9.13 ^g	12.89 ^g

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد طبق آزمون دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

†In each column means followed by similar letters are not significantly different at 1% level by Duncan Multiple Range Test (DMRT).

تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ میلی مولار شوری (بدون کاربرد اسید سالیسیلیک) میزان نیترات برگ در مقایسه با شاهد (بدون کاربرد اسید سالیسیلیک) به ترتیب ۲/۱ و ۲/۳۷ برابر در مقایسه با شاهد کاهش نشان داد. با کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت ۳۰۰ میلی گرم بر لیتر در تیمار ۷۵ میلی مولار شوری میزان نیترات برگ فقط ۱/۵۸ برابر شاهد کاهش نشان داد (شکل ۱ج). در این پژوهش، میزان نیترات (NO_3^-)، در سطوح شوری مختلف، کاهش یافت. نیومن (Neumann, 1997) گزارش نمود که با افزایش شوری در محیط ریشه، جذب نیتروژن کاهش می یابد. همچنین، در پژوهش دیگری در پیوند پرتقال ناول روی دو پایه کلئوپاترا ماندارین و ترویرسیترنج در شرایط تنش شوری، میان تجمع نیتروژن در قسمت های هوایی و غلظت کلر، یک همبستگی منفی مشاهده شد (Banuls *et al.*, 1990). ملگار و همکاران (Melgar *et al.*, 2008) نیز علت کاهش نیترات را در گیاهان تحت تنش شوری، نتیجه رقابت با یون های کلر دانستند. در برخی پژوهش ها، گزارش شده است که مقدار نیترات در شاخساره و برگ های انگور تحت تأثیر شوری قرار نمی گیرد (Prior *et al.*, 1992). این گزارش، برخلاف یافته های پژوهش حاضر می باشد. افزایش شوری به طور معمول، باعث کاهش نیترات، در بخش های مختلف گیاه می شود (Gunes *et al.*, 1996). همچنین، یافته های پژوهش حاضر با پژوهش های بار و همکاران (Bar *et al.*, 1997) و لی کوکس و سیورتنس (Lea-cox & Syvertsen, 1993) در مورد تأثیر شوری بر کاهش نیترات، در گیاهان، مطابقت دارد. لارا و همکاران (Lara *et al.*, 2003) در بررسی خود نشان دادند که افزایش در جذب و تجمع یون های کلر، در بافت های گیاهی، باعث کاهش نیترات در قسمت های هوایی گیاهان می شود. رقابت میان جذب یون های کلر و نیترات در برخی میوه ها مانند آووکادو (Bar *et al.*, 1997)، مرکبات (Cerezo *et al.*, 1997)، کیوی (Smith *et al.*, 1987) و توت فرنگی (Wang *et al.*, 1989) به اثبات رسیده است. بنابراین هم سو با پژوهش های مذکور، ارتباط تنگاتنگی بین کاهش جذب نیترات و افزایش جذب کلر در این رقم، در شرایط تنش شوری مشاهده شد. محلول پاشی با اسید سالیسیلیک، باعث افزایش غلظت نیترات در برگ ها شد. شوری به ویژه در سطوح بالای ۵۰ میلی مولار تأثیر معنی داری بر کاهش میزان پتاسیم (K^+) داشت. بیشترین

کاربرد اسید سالیسیلیک، تأثیر به نسبت خوبی بر کاهش میزان یون های سدیم در برگ های این رقم (به ویژه در سطوح شوری کم تر از ۵۰ میلی مولار) داشت. میزان تجمع یون های سدیم در برگ های این رقم، با کاربرد اسید سالیسیلیک، با غلظت ۳۰۰ میلی گرم در لیتر، در سطوح شوری ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی مولار، به ترتیب یک، ۸/۷ و ۷۸/۴ برابر، در مقایسه با شاهد شد. تفاوت معنی داری از لحاظ آماری، بین غلظت های ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک، از نظر تأثیر بر تجمع سدیم برگ مشاهده نشد. افزودن کلرید سدیم به محلول غذایی، موجب افزایش یون های سدیم در اندام های رویشی انگور شد (Garcia & Charbaji, 1993). در این پژوهش، کاربرد اسید سالیسیلیک، باعث کاهش جذب و سمیت یون های سدیم شد که ممکن است ناشی از کاهش صدمه به غشاء های یاخته های توسط یون های سمی سدیم باشند. این نتایج با یافته های گونش و همکاران (Gunes *et al.*, 2005) و ال حکیمی و همدا (Al- & Hamada, 2001) و Hakimi مطابقت دارد.

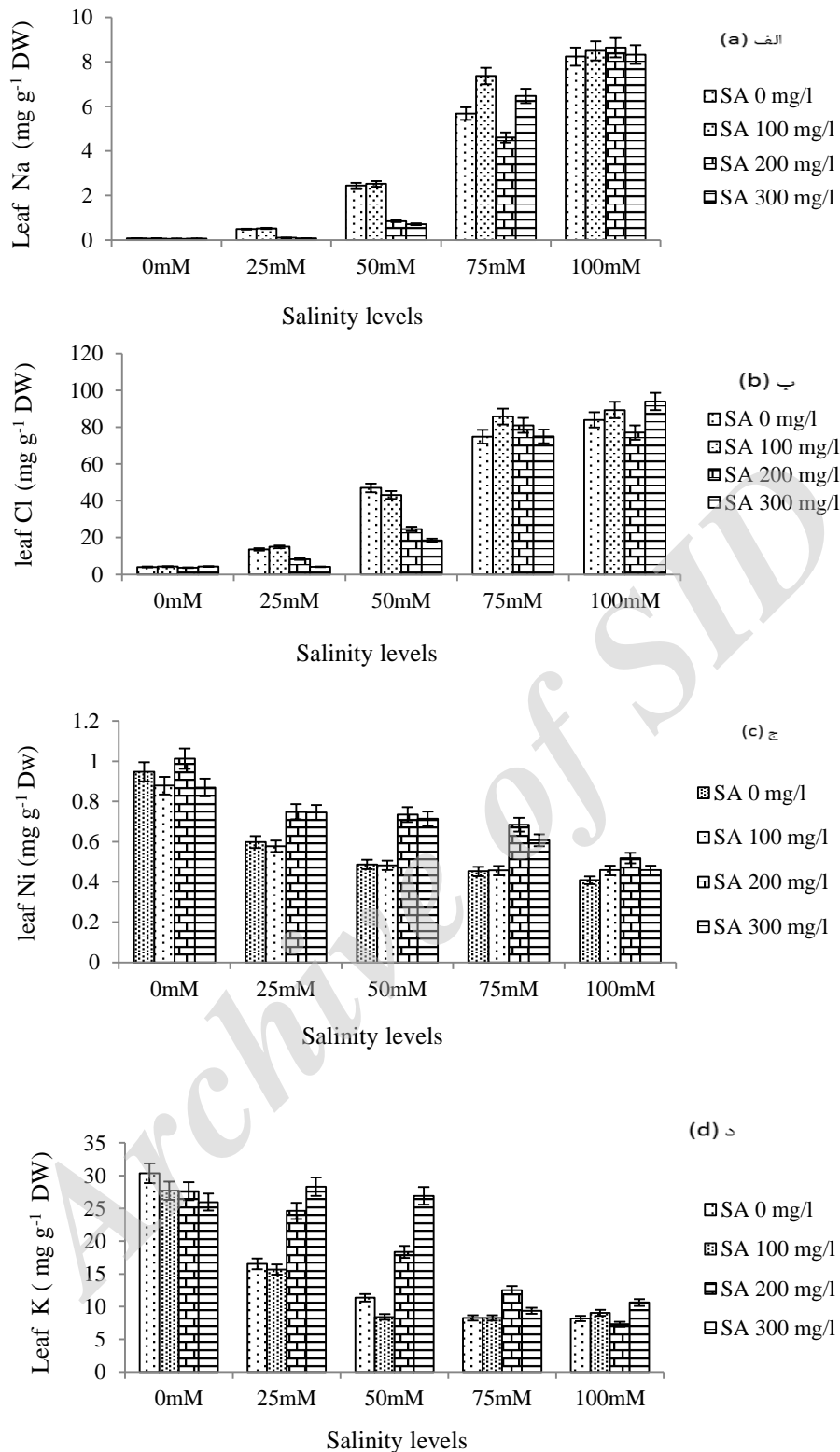
نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که با افزایش شوری، میزان یون های کلر (Cl^-) برگ افزایش یافت. بیشترین میزان غلظت کلر، در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ میلی مولار شوری مشاهده شد. غلظت کلر، در برگ در سطوح شوری ۵۰ و ۷۵ میلی مولار، به ترتیب، ۱۱/۷ و ۱۸/۵ برابر شاهد و در شوری ۱۰۰ میلی مولار، ۲۰/۷۷ برابر شاهد بود، اما با کاربرد اسید سالیسیلیک، با غلظت ۳۰۰ میلی گرم در لیتر، میزان کلر در برگ، در سطوح شوری ۵۰ و ۷۵ میلی مولار، به ترتیب، ۴/۶ و ۱۸/۵۵ برابر و در شوری ۱۰۰ میلی مولار، ۲۳/۲ برابر شاهد شد (شکل ۱ب). در گونه های گیاهی مانند انگور و مرکبات، سمیت کلر در مقایسه با سمیت سدیم اهمیت بیشتری دارد (Munns, 2005). برخی از پژوهشگران نشان دادند که دم برگ و پهنک برگ های انگور در شرایط شوری، مقدار کلر بیشتری نسبت به سدیم دارند (Fisarakis *et al.*, 2001; Walker *et al.*, 2004).

نتایج این پژوهش، حاکی از آن است که تیمارهای شوری به ویژه در سطوح شوری بالا، به طور معنی داری باعث کاهش میزان نیترات برگ شد. بیشترین میزان نیترات برگ مربوط به تیمار شوری صفر به همراه اسید سالیسیلیک با غلظت ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر بود. در

پمپ‌های H^+ -ATPase و H^+ -PPase غشاءها و ایجاد شیب پروتونی، میزان پتاسیم سیتوپلاسمی را در مقایسه با سدیم افزایش داده باشد. همچنین، این ترکیب، در کاهش اثرات سمی یون‌های سدیم و کلر کمک نموده و باعث حفظ یکپارچگی و سلامتی غشاء یاخته‌ای (از طریق تحریک فعالیت سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاه و حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن) می‌شود (Zhu, 2003). در پژوهش دیگری، گونش و همکاران (Gunes *et al.*, 2007) گزارش نمودند که تیمار اسید سالیسیلیک، باعث کاهش یون‌های سدیم، کلر و افزایش پتاسیم و نیز افزایش نسبت K^+/Na^+ در یاخته می‌شود. به احتمال فراوان، اسید سالیسیلیک از طریق افزایش فعالیت سیستم‌های آنتی-اکسیدانی و غیرآنتی‌اکسیدانی گیاه، باعث کاهش میزان رادیکال‌های آزاد اکسیژن یاخته‌ای شده و در نتیجه میزان سلامت غشاء یاخته‌ای افزایش یافته و باعث افزایش انتقال بیش‌تر پتاسیم به درون سیتوپلاسم از طریق انتقال‌دهنده‌های پتاسیم شده است. این نتایج نشان داد که اسید سالیسیلیک، می‌تواند نقش مثبتی در کمک به جذب انتخابی یون‌های پتاسیم در شرایط تنش شوری ایفاء نماید، چنانکه در پژوهش حاضر نیز اسید سالیسیلیک باعث جذب بیش‌تر پتاسیم در سطح‌های مختلف شوری شد. یافته‌های این پژوهش، نشان داد که میزان کلسیم برگ با افزایش شوری، کاهش معنی‌داری پیدا نمود. میزان کلسیم برگ، بدون کاربرد اسید سالیسیلیک، در تیمارهای شوری ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌مولار به ترتیب، ۲/۷۳ و ۲/۶۶ برابر، در مقایسه با شاهد (بدون کاربرد اسید سالیسیلیک) کاهش نشان داد، اما کاربرد اسید سالیسیلیک، تأثیر معنی‌داری به‌ویژه در سطوح پایین شوری بر کاهش اثرات منفی شوری داشت. به طوری که با کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر، میزان کاهش کلسیم برگ در این رقم در شوری ۲۵ میلی‌مولار به ۱/۰۲ برابر و در شوری ۵۰ میلی‌مولار به ۱/۲۵ برابر کاهش در مقایسه با شاهد رسید (شکل ۲الف).

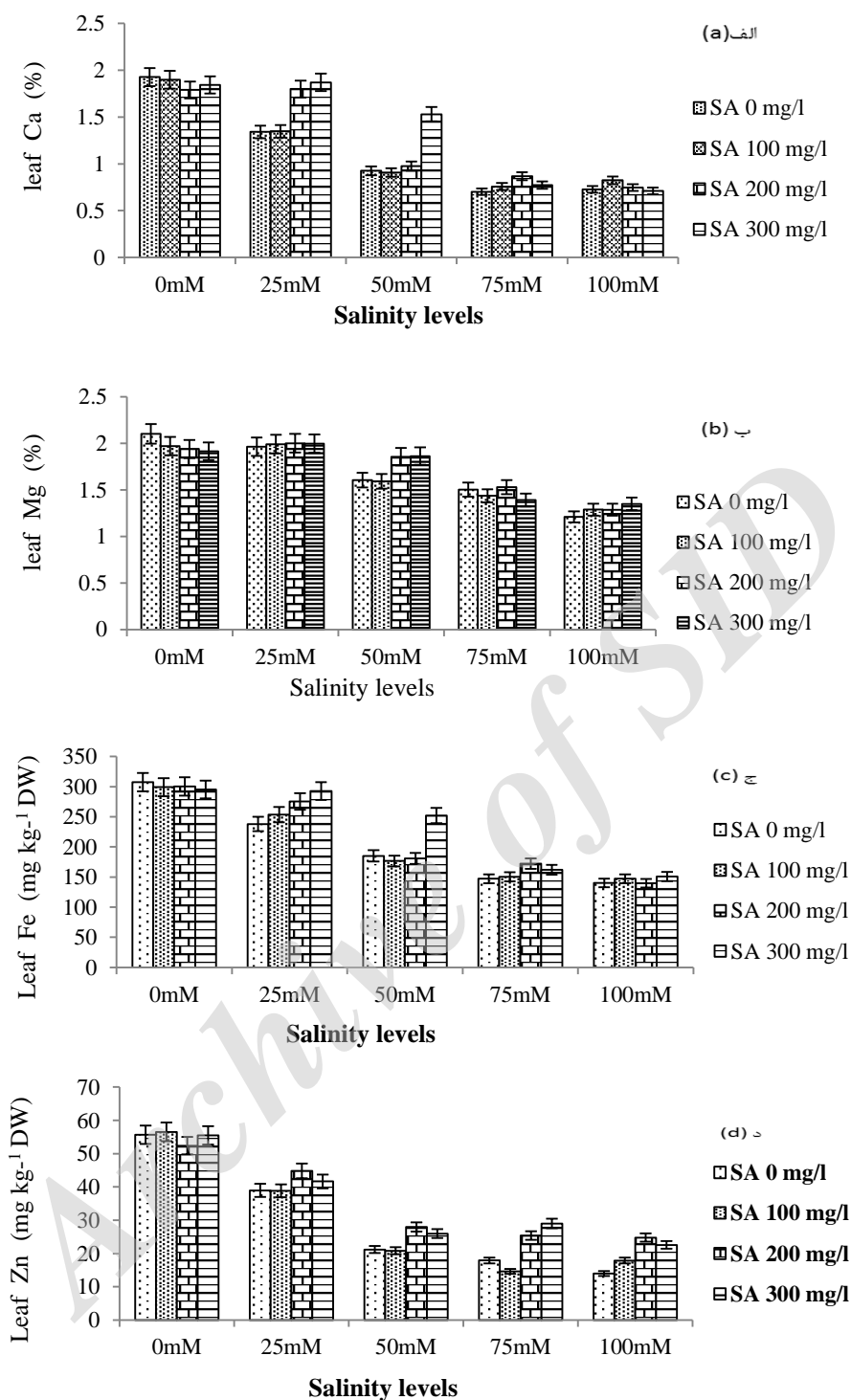
میزان پتاسیم مربوط به سطح شوری صفر (بدون کاربرد اسید سالیسیلیک) بود. در سطوح شوری ۵۰ و ۷۵ میلی‌مولار (بدون کاربرد اسید سالیسیلیک)، میزان یون‌های پتاسیم برگ در مقایسه با شاهد به ترتیب، ۲/۶۸ و ۳/۷ برابر کاهش داشت، اما میزان کاهش پتاسیم برگ با کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مقایسه با شاهد (بدون کاربرد اسید سالیسیلیک) در شوری ۵۰ میلی‌مولار به ۱/۱۳ برابر رسید (شکل ۲د). به دلیل تشابه شعاع یونی سدیم (Na^+) و پتاسیم (K^+)، قدرت تشخیص این دو یون، برای انتقال از طریق سیستم‌های انتقال یونی در غشاء مشکل شده که این عامل می‌تواند دلیلی برای سمیت یون‌های سدیم در سطوح شوری بالا باشد (Blumwald, 2000). یون‌های پتاسیم از طریق یک‌سری کانال‌های یونی واقع در غشاء یاخته‌ای به درون یاخته وارد شده که این کانال‌ها در شرایط تنش شوری به‌راحتی برای نفوذ یون‌های سدیم به داخل یاخته قابل استفاده است (Blumwald, 2000). بنابراین یون‌های سدیم به‌راحتی می‌توانند از طریق کانال‌های یونی پتاسیم، در غشاء یاخته‌ای به درون یاخته منتقل شوند (Parida & Das, 2005). پژوهش‌هایی در انگور نشان داده که یون‌های سدیم و پتاسیم حتی با افزودن مقادیر کم کلرید سدیم رقابت شدیدی نشان می‌دهند (Garcia & Charbaji, 1993; Troncoso *et al.*, 1999). در مورد نحوه تأثیر اسید سالیسیلیک بر کاهش جذب یون‌های سدیم، گزارش‌های مختلفی وجود دارد. اسید سالیسیلیک، مولکول سینگال منحصر به فردی بود که می‌تواند قادر به تغییر غشاء پلاسمایی بوده و فعالیت کانال‌های یونی را تحت تأثیر قرار دهد (Engelberth *et al.*, 2001).

اسید سالیسیلیک از طریق تنظیم بیان و فعالیت پمپ‌های پروتونی (H^+ -pumps) و انتقال‌دهنده‌های پتاسیم و سدیم، باعث افزایش غلظت یون‌های پتاسیم و کاهش یون‌های سدیم در سیتوپلاسم شد. احتمال دارد که در این پژوهش، اسید سالیسیلیک با افزایش فعالیت



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل شوری آب آبیاری (میلی مولار) با محلول پاشی اسید سالیسیلیک (میلی گرم در لیتر) بر میزان عناصر الف - سدیم (میلی گرم بر گرم وزن خشک)، ب - کلر (میلی گرم بر گرم وزن خشک)، ج - نیترات (میلی گرم بر گرم وزن خشک)، د - پتاسیم (میلی گرم بر گرم وزن خشک) برگ در رقم انگور بیدانه سفید.

Figure 1. Interaction of salinity (irrigation water) (mM) and salicylic acid (foliar application) (mg l^{-1}) on : a- Na content (mg g^{-1} DW) b- Cl content (mg g^{-1} DW) c- Ni content (mg kg^{-1} DW) d- K content (mg kg^{-1} DW) in leaves of grapevine Bidaneh Sefid cultivar.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل شوری آب آبیاری (میلی مولار) با محلول پاشی اسید سالیسیلیک (میلی گرم در لیتر) بر میزان الف - کلسیم (درصد)، ب (ب) - منیزیم (درصد)، ج (c) - آهن (میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک)، د (d) - روی (میلی گرم بر کیلوگرم وزن خشک) برگ در رقم انگور بیدانه سفید.

Figure 2. Interaction of salinity (irrigation water) (mM) and salicylic acid (foliar application) (mg l^{-1}) on : a- Ca content (%) b- Mg content (%) c- Fe content ($\text{mg kg}^{-1}\text{dw}$) d- Zn content ($\text{mg kg}^{-1}\text{dw}$) in leaves of grapevine Bidaneh Sefid cultivar

مقایسه با شاهد نشان داد. با کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت ۳۰۰ میلی گرم در لیتر، میزان کاهش منیزیم برگ در مقایسه با شاهد در شوری ۵۰ میلی مولار، ۱/۱۳ برابر

میزان منیزیم برگ، بدون کاربرد اسید سالیسیلیک در تیمارهای شوری ۵۰ و ۷۵ میلی مولار به ترتیب ۱/۳ و ۱/۴ برابر و در شوری ۱۰۰ میلی مولار ۱/۷۴ برابر کاهش در

شد اما در سطوح شوری ۷۵ میلی‌مولار به ۱/۵۱ برابر و در شوری ۱۰۰ میلی‌مولار این میزان کاهش به ۱/۵۵ برابر در مقایسه با شاهد (بدون کاربرد اسید سالیسیلیک) رسید (شکل ۲ب). در این پژوهش، هم‌زمان با افزایش شوری، کاهش معنی‌داری در غلظت یون‌های کلسیم و منیزیم مشاهده شد. سدیم، تنها کاتیونی است که دارای شعاع یونی (۰/۹۷ نانومول) مشابه شعاع یونی کلسیم (۰/۹۹ نانومول) می‌باشد (Cramer et al., 1985). در غشاء و دیواره یاخته‌ای، یون‌های سدیم قابلیت جایگزین آسان با یون‌های کلسیم در مکان‌های اتصال شده را دارند. لذا میزان کلسیم غشاء و دیواره یاخته‌ای کاهش یافته و در نتیجه میزان تراوایی و یکپارچگی غشاء و دیواره یاخته‌ای نیز دچار آسیب می‌شود (Hu & Schmidhalter, 2005). در پژوهشی، تأثیر بازدارندگی شوری بر جذب عناصر غذایی کلسیم و منیزیم توسط مودگال و همکاران (Mudgal et al., 2010) گزارش شده است. همچنین در پژوهشی دیگر، تنش شوری باعث کاهش غلظت منیزیم در برگ‌های مرکبات شد (Ruize et al., 1997). شای و ژو (Shi & Zhu, 2008) نیز گزارش نمودند که غلظت یون‌های کلسیم و منیزیم در خیار، در معرض سمیت منگنز کاهش یافته، اما با کاربرد اسید سالیسیلیک، انتقال این یون‌ها از محلول غذایی به‌درون گیاه افزایش یافت. همچنین در پژوهشی، شای و ژو (Shi & Zhu, 2008) بیان نمودند که آنزیم‌های H^+ -ATPase در غشاء پلاسمایی نقش مهمی در انتقال یون‌های دو ظرفیتی ایفاء می‌نمایند. در پژوهش دیگری نشان داده شد که اسید سالیسیلیک باعث تنظیم بیان و فعالیت پمپ‌های پروتون (H^+ -Pumps) می‌شود (Zhu, 2003). بنابراین احتمال می‌رود که اسید سالیسیلیک، با تحریک فعالیت آنزیم‌های H^+ -ATPase، جذب عناصری مانند کلسیم و منیزیم را در شرایط تنش شوری تسهیل نماید. گزارش‌های فراوانی، در مورد تأثیر منفی شوری بر کاهش جذب منیزیم ارائه شده است. در پژوهشی، سیوریتپ و همکاران (Sivritepe et al., 2010) بیان نمودند که تنش شوری، باعث کاهش غلظت منیزیم در برگ‌ها و ریشه‌های انگور رقم ماسکل شد. در پژوهش دیگری، فرگوسن و همکاران (Ferguson et al., 2002) گزارش نمودند که میزان منیزیم در برگ‌های پسته (*Pistacia vera* L.) که بر روی پایه‌های

UCB-1 و *P. atlantica* در شرایط تنش شوری قرار داشتند به‌شدت کاهش یافت. این یافته‌ها با پژوهش حاضر در مورد تأثیر منفی شوری بر کاهش جذب منیزیم، هم‌سویی دارد. میزان آهن و روی برگ نیز با افزایش شوری، کاهش معنی‌داری نشان داد. (شکل ۲ج و د). کاربرد اسید سالیسیلیک به‌ویژه در سطوح پایین شوری (۲۵ و ۵۰ میلی‌مولار) تأثیر مثبتی بر کاهش اثرات منفی شوری بر هر دو عنصر داشت. در پژوهش حاضر، غلظت یون‌های آهن و روی در برگ با افزایش شوری، کاهش یافت. غلظت عناصر غذایی کم مصرف بسته به گونه، سطح شوری، مقدار عناصر غذایی پرمصرف و نوع اندام گیاهی تفاوت می‌نماید (Hu & Schmidhalter, 2001). تأثیر شوری بر غلظت عناصر غذایی میکرو در گیاهان مختلف با یکدیگر متفاوت است. در پژوهشی، در چهار پایه مختلف مرکبات، در سطوح شوری متفاوت مشخص شد که شوری باعث افزایش غلظت عناصر آهن و روی در ریشه‌ها شده، اما غلظت این عناصر در برگ با افزایش شوری تغییری نکرد (Ruize et al., 1997). در گوجه‌فرنگی‌های تحت تیمار شوری نشان داده شد که غلظت آهن شاخساره دو هفته بعد از کاشت در مقایسه با شاهد افزایش یافت. هرچند در هفته‌های بعدی غلظت آن کم شد. از طرفی غلظت روی در شاخساره با افزایش شوری کاهش یافت (Jumberi et al., 2002). در پژوهش حاضر کاربرد اسید سالیسیلیک تا حدودی توانست از اثرات منفی شوری بر جذب عناصر آهن و روی کم کند.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، شوری تأثیر منفی بر تمامی شاخص‌های رشدی داشت. همچنین از لحاظ آماری، شوری (به‌ویژه در سطوح شوری بالاتر از ۵۰ میلی‌مولار) باعث کاهش سطح عناصر غذایی نیترات، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن و روی برگ و افزایش سطح سدیم و کلر برگ در رقم بیدانه سفید شد. با این حال، کاربرد اسید سالیسیلیک (به‌ویژه در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر در سطوح شوری کم‌تر از ۵۰ میلی‌مولار) تأثیر مثبتی بر بهبود شاخص‌های رشدی داشته و نیز باعث بهبود سطح عناصر غذایی و کاهش سطح سدیم و کلر شد.

References

- Al-Hakimi A.M.A. and Hamada A.M. 2001. Counteraction of salinity stress on wheat plants by grain soaking in ascorbic acid, thiamin or sodium salicylate. *Biologia Plantarum*, 44: 253-261.
- Banuls J., Legas F. and Primo-Millo E. 1990. Effect of salinity on uptake and distribution of chloride and sodium in some citrus scion rootstock combinations. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 65: 715-724.
- Bar Y., Apelbaum A., Kafkafi U. and Goren R. 1997. Relationship between chloride and nitrate and its effect on growth and mineral composition of avocado and citrus plants. *Journal of Plant Nutrition*, 20: 715-731.
- Blumwald E. 2000. Sodium transport and salt tolerance in plants. *Current Opinion in Cell Biology*, 12: 431-434.
- Cataldo D.A., Haroon M., Schrader L.E. and Young V.L. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 6: 71-80.
- Cerezo M., Garcia-Agustin P., Serna M.D. and Primo-Millo E. 1997. Kinetics of nitrate uptake by citrus seedlings and inhibitory effects of salinity. *Plant Science*, 126: 105-112.
- Engelberth J., Koch T., Schuler G., Bachmann N., Rechtenbach Y. and Boland W. 2001. Ion channel forming alamethicin is potent elicitor of volatile biosynthesis and tendril coiling. Cross talk between jasmonate and salicylate signaling in lima bean. *Journal of Plant Physiology*, 125: 369-377.
- Ferguson L., Poss J., Grattan S., Grieve C., Wang D., Wilson C. and Donovan T. 2002. Pistachio rootstocks influence scion growth and ion relations under salinity and boron stress. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127: 194-199.
- Fisarakis I., Chartzoulakis K. and Stavrakas D. 2001. Response of sultana vines (*V. vinifera* L.) on six rootstocks to NaCl salinity exposure and recovery. *Agricultural Water Management*, 51: 13-27.
- Garcia M. and Charbaji T. 1993. Effect of sodium chloride salinity on cation equilibria in grapevine. *Journal of Plant Nutrition*, 16: 2225-2237.
- Gunes A., Inal A. and Alpaslan M. 1996. Effects of salinity on stomatal resistance, proline and mineral composition of pepper. *Journal of Plant Nutrition*, 19: 389-396.
- Gunes A., Inal A., Alpaslan M., Eraslan F., Bageci E.G. and Cicek N. 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. *Journal of Plant Physiology*, 164: 728-736.
- Gunes A., Inal A., Alpaslan M., Cicek N., Guneri E., Eraslan F. and Guzelordo T. 2005. Effects of exogenously applied salicylic acid on the induction of multiple stress tolerance and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.). *Archives of Agronomy and Soil Science*, 51: 687-695.
- Hu Y. and Schmidhalter U. 2001. Effects of salinity and macronutrient levels on micronutrients in wheat. *Journal of Plant Nutrition*, 24: 273-181.
- Jalili-Marandi R. 2010. Physiology of environmental stress and resistance mechanisms in horticultural plants. Jahad Daneshgahi Press. Vol. 1. 636p. (In Persian)
- Jumberi A., Oka M. and Fujiyama H. 2002. Response of vegetable crops to salinity and sodicity in relation to ionic balance and ability to absorb microelements. *Soil Science and Plant Nutrition*, 48(2): 203-209.
- Karlidag H., Yildirim E. and Turan M. 2009. Salicylic acid ameliorates the adverse effect of salt stress on strawberry. *Scientia Agricola*, 66: 180-187.
- Keutgen A. and Pawelzik E. 2009. Impacts of NaCl stress on plant growth and mineral nutrient assimilation in two cultivars of strawberry. *Environmental and Experimental Botany*, 65:170-176.
- Khodary S. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6: 5-8.
- Lara M.V., Disante K.B., Podesta F.E., Andreo C.S. and Drincovich M.F. 2003. Induction of a crassulaceae acid like metabolism in the C4 succulent plant, *Portulaca oleracea* L.: Physiological and morphological changes are accompanied by specific modifications in phosphoenolpyruvate carboxylase. *Photosynthesis Research*, 77: 241-254.

- Lea-Cox J.D. and Syvertsen J.P. 1993. Salinity reduces water use and nitrate-N use efficiency of citrus. *Annals of Botany*, 72: 47-54.
- Melgar J.C., Syvertsen J.P., Martinez V. and Garcia-Sanchez F. 2008. Leaf gas exchange, water relations, nutrient content and growth in citrus and olive seedling under salinity. *Biologia Plantarum*, 52:385-390.
- Mudgal V., Madaan N. and Mudgal A. 2010. Biochemical mechanisms of salt tolerance in plants. *International Journal of Botany*, 6: 136-143.
- Munns R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytologist*, 167: 645-663.
- Munns R. and Tester M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59: 651-681.
- Neumann P.M. 1997. Salinity resistance and plant growth revisited. *Plant Cell and Environment*, 20: 1193-1198.
- Panda S.K. and Patra H.K. 2007. Effect of salicylic acid potentiates cadmium induced oxidative damage in *Oryza sativa* L. leaves. *Acta Physiologiae Plantarum*, 29: 567-575.
- Parida A.K. and Das A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 324-349.
- Mirza H., Nahar K., and Fujita M. 2013. Plant Response to Salt Stress and Role of Exogenous Protectants to Mitigate Salt-Induced Damages. In: Parvaiz A., Azooz M.M. and Prasad M.N.V. *Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress*. Springer. Pp, 25-87.
- Pessaraki M. 1999. Handbook of Plant and Crop Stress. Second edition. Marcel Dekker Inc. New York, 545p.
- Prior L.D., Grieve A.M. and Cullis B.R. 1992. Sodium chloride and soil texture interactions in irrigated field grown sultana grapevines. II. Plant mineral content, growth and physiology. *Australian Journal of Agricultural Research*, 43: 1067-1083.
- Ruize D., Martinez V. and Cerda A. 1997. Citrus responses to salinity, growth and nutrient uptake. *Tree Physiology*, 17: 141-150.
- Shi Q. and Zhu Z. 2008. Effects of exogenous salicylic acid on manganese toxicity, element content and antioxidative system in cucumber. *Environmental and Experimental Botany*, 63: 317-326.
- Sivritepe N., Sivritepe H., Gelike H. and Kakat A. 2010. Salinity responses of grafted grapevines: Effects of scion and rootstock genotypes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(3): 193-201.
- Smith G.S., Clark C.J. and Holland P.T. 1987. Chlorine requirement of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* L.). *New Phytologist*, 106: 71-80.
- Troncoso A., Matte C., Cantos M. and Lavee S. 1999. Evaluation of salt tolerance in vitro grown grapevine rootstock varieties. *Vitis*, 38: 55-60.
- Walker R.R., Blackmore D.H., Clingeffer P.R. and Iacono F. 1997. Effect of salinity and Ramsey rootstock on ion concentrations and carbon dioxide assimilation in leaves of drip-irrigated, field-grown grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Sultana). *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 3: 66-74.
- Walker R.R., Deidre H.B., Peter R.C. and Correl R.L. 2004. Rootstock effects on salt tolerance of irrigated field-grown grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. Sultana) and ion concentrations in leaves and juice. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 10: 90-99.
- Wang D.Q., Guo B.C. and Dong X.Y. 1989. Toxicity effects of chloride on crops. *Chinese Journal of Soil Science*, 30: 258-261.
- Yildirim E., Turan M. and Guvenc I. 2008. Effect of foliar salicylic acid applications on growth, chlorophyll and mineral content of cucumber grown under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 31: 593-612.
- Zhu J.K. 2003. Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Current Opinion in Plant Biology*, 6: 441-445.

Impact of Exogenous Salicylic Acid on Leaf Mineral Composition of Grapevine (*Vitis vinifera* L. cv Bidaneh Sefid) Subjected to Salinity

Jafar Amiri¹

(Received: November 2016 Accepted: May 2017)

Abstract

Soil salinity is a major environmental threat for survival of plants. Some plant growth regulators including salicylic acid improve the plants resistance to environmental stresses such as heat, cold, drought and salinity. A pot experiment was conducted, using a factorial based on randomized complete design, to study the effect of salicylic acid (SA) application on some morphological characteristics and elements uptake of grapevine (*Vitis vinifera* L.) cv. Bidaneh Sefid under salinity stress condition. Well-rooted grapevine cuttings were treated with five levels of salinity 0 (control), 25, 50, 75 and 100 mM NaCl and four levels of SA (foliar application), 0 (control), 100, 200 and 300 mg l⁻¹. The results indicated that the fresh and dry weight of shoot and root decreased by increasing the salinity levels. In this regard, these variables decreased by 65.76 and 75.9%, respectively at the salicylic acid application (300 mg l⁻¹) under salinity (100mM). At the 100 mM NaCl treatment, NO₃⁻, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Fe²⁺ and Zn²⁺ content in leaf decreased by 56.9, 73, 62.4, 43, 54.35 and 75%, respectively, in compared to control plants.. Under 100 mM salinity level and without any application of salicylic acid, the concentration of Na⁺ and Cl⁻ in the leaves increased by 100 and 20.77-fold, respectively, in compared to control. However, SA reduced the accumulation of Na⁺ and Cl⁻ ions in leaves. By and large, the application of salicylic acid (200 to 300 mg l⁻¹) ameliorated the adverse effects of salt stress, particularly at the lower than 50 mM of salt concentrations.

Key Words: Growth parameters, Nitrate, Potassium, Salt stress, *Vitis vinifera*.

¹- Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Urmia University, Iran

*Corresponding Author Email: j.amiri@urmia.ac.ir