مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۸، شماره ۳، سال ۱۳۹۱

ارزیابی تحمل به شوری چند دورگه بین گونه‌ای جنس Prunus

Evaluation of Salinity Tolerance in some Interspecific Hybrids of Prunus

جلیل دژمپور[۱]، ناصر علی اصغرزاده[۲]، وازگین گریگوریان[۳] و اسلام مجیدی‌هروان[۴]

۱- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، تبریز
۲ و ۳- به ترتیب دانشیار و استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
۴- استاد، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۳/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۹/۳

چکیده

دژمپور، ج.، علی اصغرزاده، ن.، گریگوریان، و. و مجیدی‌هروان، ا. ۱۳۹۱. ارزیابی تحمل به شوری چند دورگه بین گونه‌ای جنس Prunus. مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۸: ۳۵۱ - ۳۳۹.

در این پژوهش یک رقم بادام (*Prunus amygdalus* B.) به نام سهند و چهار پایه دورگ بین گونه‌ای (HS314، HS312، GF677 و HS302) از جنس پرونوس به منظور تعیین میزان تحمل آن‌ها به شوری ۱/۵، ۳، ۶ و ۹ dSm^{-1} ارزیابی شدند. برای تهیه محلول شور از ترکیب نمک‌های $MgSO_4$ ، NaCl ، Na_2SO_4 و $CaCl_2$ به ترتیب به نسبت‌های ۱۲/۸، ۱۱/۱، ۱۰/۲ و ۲۰/۷ استفاده شد. بر اساس نتایج به دست آمده، شوری اثر منفی در مقدار کلروفیل برگ، سطح برگ و وزن خشک ریشه و ساقه داشت. اگر چه غلظت پرولین برگ با افزایش سطوح شوری افزایش داشت اما در این خصوص ژنوتیپ‌ها عکس‌العمل متفاوتی از خود نشان دادند. در سطوح شوری بالا (dSm^{-1} ۶ و ۹) اغلب پاسخ‌های فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی گیاهان معنی‌دار بود ولی در سطوح شوری پائین (dSm^{-1} ۱/۵ و ۳) اثر منفی در شاخص‌های رویشی گیاهان مشاهده نشد. تغییرات پرولین برگ در سطوح مختلف شوری معنی‌دار بود و پائین‌ترین مقدار آن مربوط به بادام رقم سهند و بیشترین مقدار آن مربوط به دورگ HS302 بود. کلروفیل کل و کلروفیل b با افزایش سطوح شوری کاهش معنی‌داری داشتند ولی این کاهش در مورد کلروفیل a معنی‌دار نبود. اثر شوری در رابطه با غلظت یون‌های K^+، Mg^{2+}، Ca^{2+}، Na^+ و Cl^- در ریشه و برگ در ژنوتیپ‌ها و رقم سهند متفاوت بود، به طوری که مقادیر Mg^{2+}، Cl^- و Na^+ و نسبت Na^+/K^+ برگ در تمام ژنوتیپ‌ها با تنش شوری کاهش داشت ولی روی غلظت K^+ و $Ca2^+$ و نسبت Na^+ Ca2+ اثر شوری معنی‌دار نبود. براساس صفات اندازه‌گیری شده GF677 و HS314 به عنوان دورگه‌های هلو و بادام در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها و رقم سهند از تحمل بیشتری برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: Prunus، شوری مخلوط، پرولین، کلروفیل، غلظت یون‌ها.

نویسنده مسئول: dejampour@yahoo.con **تلفن: ۰۴۱۲۳۳۲۲۷۳۷**

مقدمه

در دنیا شش درصد از مساحت کل کره زمین شور است و از آن مقدار هم حدود ۴۵ میلیون هکتار که جزو اراضی آبیاری به شمار می‌روند شور هستند (Anonymous, 2008). برخی از اراضی به قدری شور هستند که تولید محصول در آن اقتصادی نیست و در بسیاری از اراضی به خاطر تجمع نمک امکان کشت سالیانه وجود ندارد (Munns, 1993؛ Tanji, 1990). شوری معمولاً بیشتر در نواحی خشک و نیمه‌خشک و مناطقی که بارندگی به حد کافی جهت شستشوی نمک ها از ناحیه ریشه کافی نیست مشکل‌ساز است (Epstein and Rains, 1987) زمین‌های متاثر از شوری در نواحی شور و نیمه‌شور آسیا تقریباً یک سوم خاک‌های شور کل دنیا هستند (Anonymous, 2008). قریب به ۵۵٪ از اراضی قابل کشت در ایران متاثر از شوری هستند و براساس برآورد فائو زمین‌های کم تا متوسط و خیلی شور در ایران به ترتیب حدود ۲۵/۵ و ۸/۵ میلیون هکتار هستند (Anonymous, 2008)، بنابراین شوری می‌تواند تقریباً در تمام زمین‌های آبی ایران که متاثر از تجمع نمک‌ها هستند برای رشد گیاهان مضر باشد.

شوری در اکثر زمین‌های کشاورزی متاثر از کلرید سدیم است اما سایر یون‌ها نظیر Ca^{2+}، Mg^{2+} و SO_4^{2-} نیز در ایجاد این پدیده مهم هستند (Grattan and Grieve, 1999). اصطلاح شوری مربوط به وجود کلیه یون‌های غیر آلی شامل SO_4^{2-}، HCO_3^-، K^+، Mg^{2+}، Ca^{2+}، Na^+ و Cl^- موجود در آب‌های سطحی و زیرزمینی است (Epstein and Rains, 1987).

در برخی از خاک‌های شور آنیون غالب به جای Cl ، SO_4 است و ممکن است غلظت Mg بیشتر از Ca باشد. ترکیب منیزیم و کلسیم ممکن بیشتر از غلظت سدیم باشد (Epstein and Rains, 1987). همچنین وجود Ca حتی در سطوح پائین شوری می‌تواند در عکس‌العمل گیاهان به شوری نقش به سزائی داشته باشد (Bolat *et al*., 2006؛ Jafarzadeh and Aliasgarzade, 2007).

گیاهان چوبی معمولاً در مرحله جوانه‌زنی بذر از مقاومت نسبی برای شوری برخوردار هستند، در مرحله نونهالی حساس و نهایتاً در مرحله بلوغ این مقاومت افزایش می‌یابد (Najafian *et al*., 2008). تحقیقات نشان داده درختان میوه مناطق معتدله عموماً به نمک‌های محلول به خصوص به کلرید حساس هستند و در صورتی که با آب شور آبیاری شوند عملکرد به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (Grattan and Grieve, 1999؛ Najafian *et al*., 2008). آستانه تحمل به شوری برای عملکرد درختان میوه به طور نسبی پائین است و اغلب محصولات با افزایش غلظت نمک‌ها به بالای آستانه شوری کاهش سریعی از خود نشان می‌دهند. در این میان اکثر درختان میوه هسته‌دار و بادام نسبت به تنش شوری

حساس بوده و در شوری بالای $1/5\ dSm^{-1}$ از میزان تولید به تدریج کاسته می‌شود و در $4\ dSm^{-1}$ مقدار افت عملکرد به ۵۰٪ می‌رسد (Mass and Hoffman, 1977؛ Ottman and Byrne, 1988؛ Hassan and El-Azayem, 1990). کاهش رشد و عملکرد معمولاً مربوط به غلظت کل نمک‌های محلول و پتانسیل اسمزی محلول خاک است (Rahmani *et al.*, 2003؛ Aliasgarzade *et al.*, 2005). علائم اولیه مسمومیت یونی ناشی از افزایش غلظت Cl^- معمولاً در برگ‌ها است در حالی که سدیم به ریشه، تنه و شاخه انتقال یافته و در غلظت نسبتاً پائین برای چند سال در برگ‌ها باقی می‌ماند (Boland *et al.*, 1997).

در اغلب گیاهان گلیکوفیت (Glycophytic plants) نظیر درختان میوه، مقاومت به شوری بستگی به توانایی ریشه در عدم جذب یا پتانسیل حفظ یون‌های مسموم کننده دارد. بنابراین نقش پایه در تعیین رفتار و رشد درخت در شرایط شور بسیار مهم و سرنوشت‌ساز است (Grattan and Grieve, 1999) نتایج تحقیقات انجام شده بیانگر آن است که بین پایه‌های مختلف مرکبات، انگور و پسته در تحمل به شوری تفاوت معنی‌داری وجود دارد (Storey and Walker, 1999؛ Zekri and Parsons, 1992؛ Ranjbar *et al.*, 2005). برخی تحقیقات نیز تفاوت موجود در میزان تحمل به شوری و حساسیت در برابر شوری را در میان پایه‌های پرونوس گزارش کرده‌اند (Ottman and Byrne, 1988). وجود یک چنین تنوع ژنتیکی باعث شده برخی پایه‌ها قابلیت کشت در خاک‌های شور را داشته باشند (Massai *et al.*, 1998). از چندین دهه قبل استفاده از دورگه‌های بین گونه‌ای پرونوس به عنوان پایه برای برخی از درختان میوه هسته‌دار نظیر بادام، زردآلو و هلو توصیه شده است. هم اکنون نیز یکی از بهترین روش‌های اصلاح پایه‌های جدید رویشی در جنس پرونوس ایجاد دورگه‌های بین گونه‌ای است (Noitsakis *et al.*, 1997). یکی از مهم‌ترین شاخص‌های گزینش پایه جدید برای درختان میوه به خصوص در ایران مقاومت آن‌ها به تنش شوری و خشکی است. بدین منظور از سال ۱۳۷۶ پروژه ای به منظور اصلاح پایه درختان میوه هسته‌دار و بادام از طریق دورگ‌گیری بین بادام × هلو، زردآلو × گوجه، بادام × گوجه، زردآلو× آلو و گزینش دورگ‌های بین گونه‌ای طبیعی در ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند آغاز شد و HS314 (دورگ طبیعی هلو و بادام)، HS312 (دورگ هلوی محلی× بادام رقم سهند) و HS302 (دورگ طبیعی زردآلو و گوجه) به عنوان ژنوتیپ‌های امید بخش براساس برخی خصوصیات شاخص در گزینش پایه، انتخاب شدند (Dejampour *et al.*, 2006؛ Dejampour *et al.*, 2011). هدف از این

تحقیق ارزیابی میزان تحمل این دورگ‌ها و رقم سهند به همراه GF677 (دورگه هلو و بادام معرفی شده از فرانسه) به تنش شوری در شرایط گلدانی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با استفاده از ۳۰۰ دانهال بذری از دورگ‌های بین گونه‌ای HS314، HS312، GF677 (*Prunus amygdalus* × *P. persica*)، HS302 (*P. armeniaca* × *P. cerasifera*) و بادام رقم سهند (*P. amygdalus* B.) در گلدان‌های پلاستیکی ۶ کیلوئی انجام شد. گلدان‌ها در گلخانه در نور طبیعی و دمای ۳۵°C-۳۰ و ۳۰°C-۲۵ به ترتیب در روز و شب نگهداری شدند. آزمایش با چهار سطح شوری (۱/۵ dSm^{-1}، ۳، ۶ و ۹) و ترکیبی از نمک‌های $MgSO_4$، NaCl، Na_2SO_4 و $CaCl_2$ به ترتیب به نسبت‌های ۱۲/۸، ۱۱/۱، ۱۰/۲ و ۲۰/۷ انجام شد. خاک مورد استفاده از نوع خاک‌های آذربایجان بود و از لایه ۳۰ cm-۰ انتخاب شد. برخی از ویژه‌گی‌های فیزیکو شیمیائی خاک عبارتند از: pH= ۷/۷۴، EC= ۱/۵ dSm^{-1}، کربن آلی ٪ ۰/۷۵، رس ۶٪، سیلیت ۱۰/۱٪، شن ۸۶٪، پتاسیم 262 $mgkg^{-1}$، فسفر ۱۴/۸ $mgkg^{-1}$ و کربنات کلسیم ۳/۷۵ درصد.

به منظور اجتناب از ایجاد شوک حاصل از نمک درگیاهان سطوح شوری به تدریج با غلظت‌های پائین شروع پس از دو هفته غلظت هر یک از تیمارها کامل شد. پس از رسیدن تیمارها به شوری مورد نظر گلدان‌ها در طول آزمایش (۱۵۰ روز) با آب مقطر آبیاری شدند و سعی شد رطوبت خاک در حد ۸۰-۶۰٪ ظرفیت زراعی نگه‌داری شود و بیرون رفت آب از ته گلدان‌ها انجام نشود. برای ایجاد رشد رویشی بهینه دانهال‌ها (گیاهان)، نیتروژن و فسفر به طور یکسان در حد ۴۰ mgl^{-1} از NO_3 NH_4 و KH_2PO_4 برای تمام گلدان‌ها در طول آزمایش داده شد. پنج ماه پس از کاشت، دانهال‌ها از سطح خاک برداشت و ریشه‌ها با آب شستشو داده شدند. سطح برگ توسط دستگاه سطح‌سنج برگ (مدل Li -۱۳۰۰ ، USA ، LI-Cor) و پرولین برگ به روش بیتس و همکاران (Bates *et al.*,1973) اندازه‌گیری شد. کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل مطابق روش آرنون (Arnon, 1949) توسط اسپکتروفتومتر (مدل DR2000) و شاخص کلروفیل با استفاده از کلروفیل متر (Spad 502 Minolota) اندازه‌گیری شد. طول گیاه، وزن خشک شاخه و ریشه و وزن کل گیاهان پس از برداشت اندازه‌گیری شد. غلظت عناصر Ca^{2+} و Mg^{2+} برگ و ریشه‌ها توسط دستگاه جذب اتمی اسپکتروفتومتر (مدل Perkin Elmer-3110)، غلظت Cl^- توسط کلرید متر (Jenway مدل Pclms) و غلظت K^+ و Na^+ توسط فلایم فتومتر (Corning model 410) از ماده خشک برگ

تعیین شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کاملاً تصادفی با چهار سطح شوری، پنج ژنوتیپ و رقم با ۲۰ گیاهچه در هر تیمار در سه تکرار اجرا شد. تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزارهای MSTATC و SAS انجام و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که سطوح شوری بالا (۶dSm^{-1} و ۹) موجب کاهش معنی‌دار ($p \leq ۰/۰۵$) ارتفاع ساقه، تعداد برگ‌ها، سطح برگ، وزن خشک ساقه و ریشه در تمام ژنوتیپ‌ها و رقم سهند شد (جدول‌های ۱و۲). کاهش رشد رویشی گیاه در میان ژنوتیپ‌ها و رقم سهند با تغییر سطوح شوری معنی‌دار بود، اما اثر متقابل بین ژنوتیپ‌ها و شوری فقط برای شاخص سطح برگ تغییر معنی‌دار نشان داد.

جدول ۱- اثر شوری بر صفات رویشی چند دورگه بین گونه‌ای جنس Prunus و بادام (رقم سهند)
Table 1. The effects of salinity on vegetative traits of some interspecific hybrids of Prunus and almond (Sahand cv.)

ژنوتیپ Genotype	شوری Salinity (dS m^{-1})	سطح برگ Leaf area (cm^2)	تعداد برگ Leaf numbers	ارتفاع گیاه height Plant (cm)	پرولین Proline (µ mol g^{-1})
HS314	1.5	637.54	49.88	64.21	36.09
	3	713.54	48.77	64.99	57.40
	6	658.95	49.99	58.27	80.61
	9	670.24	47.94	57.54	113.36
HS312	1.5	480.24	42.05	60.88	34.44
	3	593.82	43.44	64.22	56.90
	6	514.01	41.22	60.11	90.42
	9	482.38	37.10	55.70	109.52
HS302	1.5	310.70	45.38	53.50	18.63
	3	257.48	40.02	46.62	75.42
	6	263.47	35.31	42.90	94.34
	9	222.38	31.64	43.03	105.04
Sahand	1.5	624.27	45.10	63.44	27.94
	3	576.34	44.22	63.06	58.18
	6	372.31	43.75	61.13	73.41
	9	349.77	36.55	47.27	94.59
GF677	1.5	579.16	40.22	64.38	25.71
	3	473.55	39.99	62.88	40.43
	6	389.09	36.33	58.21	60.81
	9				
Analysis of variance (F. values)					
Genotype		83.28**	11.23**	5.07**	9.89**
Salinity		8.78**	4.95**	3.02*	162.90**
Salinity × Genotype		6.17**	1.06^{ns}	0.28^{ns}	2.34*

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.
ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, repectively.

اثر تیمارهای شوری بر صفات رویشی و شاخص‌های رشدی گیاه در سطوح پائین شوری (۱/۵dSm^{-1} و ۳) معنی‌دار نبود. در این خصوص احتمال می‌رود گیاهان در مراحل اولیه پس از

جدول ۲- اثر شوری بر وزن خشک ساقه (SDW)، وزن خشک ریشه (RDW)، وزن خشک کل (TDW) و درصد وزن خشک کل (TDW%) در چند دورگه بین گونه‌ای Prunus و بادام (رقم سهند)

Table 2. The effects of salinity on dry weight of stem (DWS), dry weight of root (DWR), total dry weight (TDW) and percentage of total dry weight (TDW%) of some interspecific hybrids of Prunus and almond (Sahand cv.)

ژنوتیپ Genotype	شوری Salinity ($dS\ m^{-1}$)	وزن خشک ساقه SDW ($g\ plant^{-1}$)	وزن خشک ریشه RDW ($g\ plant^{-1}$)	وزن خشک کل TDW ($g\ plant^{-1}$)	درصد وزن خشک کل TDW (%)
HS314	1.5	5.45	2.56	8.01	40.5
	3	4.92	2.61	7.53	44.87
	6	4.27	2.52	6.79	39.76
	9	3.20	1.45	4.65	37.20
HS312	1.5	4.27	2.92	7.19	36.94
	3	4.99	2.23	7.23	43.01
	6	3.89	2.04	5.93	39.75
	9	2.60	1.56	4.16	42.67
HS302	1.5	4.63	1.71	6.35	40.32
	3	3.75	1.20	4.95	35.81
	6	3.22	1.00	4.22	35.14
	9	2.97	0.70	3.68	34.06
Sahand	1.5	5.18	3.37	8.56	46.06
	3	5.80	3.18	8.99	44.67
	6	4.71	2.52	7.23	45.31
	9	2.95	1.68	4.63	33.18
GF677	1.5	4.64	3.61	8.25	42.06
	3	4.89	2.65	7.54	44.16
	6	3.82	2.34	6.17	41.34
	9	3.15	1.74	4.89	39.46
Analysis of variance (F. values)					
Genotype		6.18^{**}	8.30^{**}	13.25^{*}	2.48^{*}
Salinity		37.4^{**}	9.74^{**}	37.90^{*}	2.73^{*}
Salinity × Genotype		1.45^{ns}	0.37^{ns}	0.87^{ns}	1.20^{ns}

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, repectively.

اعمال تیمارهای شوری، از مجموعه املاح به عنوان عناصر غذایی برای رشد و نمو خود استفاده کرده باشند به طوری که در هفته‌های اول آزمایش (پس از اعمال تیمار شوری) برخلاف انتظار، رشد اکثر گیاهان بیشتر و بهتر شد ولی به تدریج که غلظت نمک‌ها در سطح سلولی و در بافت‌های گیاهی بالا رفت علائم مسمومیت و کندی رشد در اندام‌های هوایی گیاه ظاهر شد.

بررسی اثر شوری در مساحت سطح برگ کل گیاه و اندازه سطح برگ هر یک از تیمارها نشان داد کاهش سطح برگ گیاهان (علاوه بر کاهش اندازه برگ‌ها) بیشتر مربوط به کاهش تعداد برگ و طول ساقه است.

وزن خشک برگ، ساقه و ریشه به طور معنی‌داری در تیمارهای شوری dSm^{-1} ۶ و ۹ کاهش یافت در حالی که در سطوح شوری dSm^{-1} ۱/۵ و ۳ تاثیر معنی‌داری نداشتند. با این حال کاهش رشد در میان ژنوتیپ‌ها متفاوت بود به طوری که بیشترین و کمترین کاهش به

ترتیب در ژنوتیپ HS302 و GF677 مشاهده شد (جدول‌های ۱ و ۲). اثر متقابل سطوح شوری و ژنوتیپ‌ها معنی‌دار بود و آن بیانگر این است که سطوح مختلف شوری روی ژنوتیپ‌ها اثر متفاوتی نشان داده و ژنوتیپ‌ها تحمل متفاوتی نسبت به شوری دارند. افزایش شوری (۱/۵ تا ۹ dSm^{-1}) باعث افزایش مقدار پرولین برگ در تمام ژنوتیپ‌ها شد و تغییرات آن در سطوح مختلف شوری و در میان ژنوتیپ‌ها معنی‌دار بود ($p \leq$ ۰/۰۵). این تغییرات بیانگر آن است که افزایش میزان پرولین و مقاومت به تنش شوری در بین ژنوتیپ‌ها متفاوت بود. افزایش پرولین در ژنوتیپ‌های HS314، HS302 و HS312 بیشترین و در بادام رقم سهند کمترین بود (جدول ۱). این موضوع ممکن مربوط به مقاومت نسبی رقم سهند به شوری باشد و احتمالاً مکانیسم تحمل به شوری در آن متفاوت بوده و نیازی به افزایش پرولین برگ نداشته است.

مقدار کلروفیل (b و کل) برگ‌ها با افزایش شوری به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳) ولی در مورد کلروفیل a این کاهش معنی‌دار نبود. کاهش میزان کلروفیل و شاخص کلروفیل با افزایش شوری در ژنوتیپ‌های HS314 و HS302 بیشترین مقدار بود. اثر متقابل ژنوتیپ و شوری برای کلروفیل معنی‌دار نبود و آن نشان‌دهنده آن است که کاهش کلروفیل برگ در شرایط شور برای تمام ژنوتیپ‌ها اتفاق می‌افتد و در برخی سبب ایجاد بی‌رنگی برگ‌ها می‌شود.

داده‌های مربوط به غلظت یون‌ها در برگ گیاهان تحت تنش شوری در جدول ۴ آورده شده است. شوری به طور معنی‌داری موجب افزایش غلظت یون‌های Mg^{2+}، Cl^{-}، Na^{+} و نسبت Na/K در برگ کلیه ژنوتیپ‌ها شد، در حالی که بر غلظت یون‌های K^{+} و Ca^{2+} و نسبت Na/Ca تاثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

اختلاف در کاهش غلظت Mg، Cl و Na در میان ژنوتیپ‌ها معنی‌دار بود ($p \leq$ ۰/۰۵) اما در مورد غلظت K^{+} و Ca^{2+} و نسبت Na/K معنی‌دار نبود. اثر متقابل شوری و ژنوتیپ بر روی غلظت یون‌های برگ ژنوتیپ‌ها به استثناء K^{+} معنی‌دار بود. غلظت Na^{+} در ریشه رقم سهند بالاترین مقدار (۱/۱۵ ٪) و در GF677 کمترین مقدار (۰/۹۹ ٪) بود در حالی‌که در مورد غلظت Ca^{2+} ترتیب برعکس بود (جدول ۴).

ژنوتیپ‌های HS312 و HS302 با افزایش مقدار شوری کمترین و GF677 و HS314 بیشترین غلظت Na و Cl را در برگ‌ها داشتند (جدول ۴). ژنوتیپ HS314 به طور معنی‌داری Na بیشتری از سایر ژنوتیپ‌ها در برگ‌های خود داشت (انباشته بود) با این حال در سطح شوری بالا رشد رویشی، بیوماس گیاهی و مقاومت این ژنوتیپ بهتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود. این نتایج با یافته‌های نیوتساکیس و همکاران (Noitsakis *et al.*, 1997a,b) در مورد

جدول ۳- اثر شوری بر کلروفیل a، b، کل و شاخص کلروفیل در چند دورگه بین گونه‌ای Prunus و بادام (رقم سهند)

Table 3. The effects of salinity on chlorophyll (Chl.) a, b, total concentrations and chlorophyll index in leaves of some interspecific hybrids of Prunus and almond (Sahand cv.)

ژنوتیپ Genotype	شوری Salinity (dS m^{-1})	کلروفیل a Chl.a (mg g^{-1})	کلروفیل b Chl. b (mg g^{-1})	کلروفیل کل Chl.T. (mg g^{-1})	شاخص کلروفیل Chl. index
HS314	1.5	0.004	0.071	0.014	44.59
	3	0.005	0.101	0.027	46.24
	6	0.004	0.081	0.02	34.00
	9	0.006	0.115	0.024	42.01
HS312	1.5	0.009	0.195	0.041	47.75
	3	0.005	0.105	0.023	45.14
	6	0.007	0.157	0.035	42.55
	9	0.005	0.109	0.026	40.27
HS302	1.5	0.003	0.049	0.009	28.67
	3	0.005	0.046	0.01	27.20
	6	0.002	0.022	0.007	25.09
	9	0.018	0.019	0.008	24.00
Sahand	1.5	0.010	0.214	0.038	49.39
	3	0.009	0.191	0.037	48.66
	6	0.011	0.253	0.054	48.55
	9	0.006	0.134	0.031	45.74
GF677	1.5	0.006	0.122	0.037	46.45
	3	0.007	0.157	0.036	44.54
	6	0.007	0.171	0.034	44.81
	9	0.009	0.187	0.041	44.29
Analysis of variance (F. values)					
Genotype		15.16**	22.76**	14.04**	179.01**
Salinity		0.64^{ns}	0.79*	0.39*	9.64**
Salinity × Genotype		0.87^{ns}	1.81^{ns}	1.02^{ns}	0.83^{ns}

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, repectively.

دورگه‌های هلو × بادام مطابقت دارد.

درختان چوبی چند ساله حساسیت زیادی به مسمومیت کلرورسدیم از خود نشان می‌دهند (Boland *et al*., 1997a,b). بادام، زردآلو، آلو و هلو جزو گیاهان حساس به شوری هستند (Mass and Hoffman, 1977). براساس نتایج این آزمایش و با در نظر گرفتن شاخص‌های رویشی، غلظت پرولین و تجمع یونی در گیاه که به عنوان شاخص‌های تحمل به نمک مطرح هستند می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ژنوتیپ‌های GF677 و HS314 و بادام سهند نسبت به شوری از تحمل نسبی برخوردار هستند. مکانسیم تحمل به شوری رقم سهند ممکن است در ارتباط با انتقال بطی و بسیار کند Na^+ از ریشه به برگ‌ها یا همانند بسیاری از گونه‌های چوبی از طریق دفع Na^+ از برگ‌ها باشد. در

جدول ۴- اثر شوری بر غلظت یون‌ها و نسبت‌های Na/ K و Na/Ca در ماده خشک برگ چند دورگه بین گونه‌ای Prunus و بادام (رقم سهند)

Table 4. The effects of salinity on the ion concentrations, Na/K and Na/Ca ratios of leaf dry material in some interspecific hybrids of Prunus and almond (Sahand cv.)

Genotype	Salinity (dS m^{-1})	Na/Ca	Na/K	K (mg g^{-1})	Ca (mg g^{-1})	Mg (mg g^{-1})	Cl (mg g^{-1})	Na (mg g^{-1})
HS314	1.5	0.88	0.51	19.00	10.67	3.07	16.61	9.40
	3	0.79	0.53	18.33	11.67	3.23	16.11	9.23
	6	1.10	0.63	22.00	12.67	3.17	22.00	14.01
	9	1.35	0.72	24.00	13.00	3.10	24.33	17.67
HS312	1.5	0.33	0.31	15.33	14.00	3.03	3.90	4.63
	3	0.45	0.32	18.33	12.00	3.17	9.17	5.43
	6	0.67	0.45	19.67	12.67	3.07	13.33	8.60
	9	1.30	0.93	19.67	13.73	3.13	23.67	18.00
HS302	1.5	0.71	0.46	19.67	12.67	3.27	8.93	9.07
	3	0.69	0.50	20.00	14.33	3.07	9.73	9.97
	6	0.82	0.58	19.33	13.67	3.10	11.33	11.33
	9	0.95	0.69	18.33	13.33	3.13	12.67	12.67
Sahand	1.5	0.64	0.53	18.00	13.67	3.10	14.67	8.77
	3	0.67	0.41	23.67	14.33	2.90	17.67	9.63
	6	1.00	0.59	19.67	11.33	2.93	21.00	11.33
	9	1.30	0.74	21.33	11.67	3.23	24.67	15.33
GF677	1.5	0.75	0.55	17.00	11.67	3.03	12.17	8.77
	3	0.76	0.64	17.67	13.33	2.77	18.40	10.13
	6	0.93	0.66	19.00	12.50	2.77	20.33	11.67
	9	1.10	0.77	18.34	11.50	3.07	24.00	12.67
Analysis of variance (F. values)								
Genotype		1.92^{ns}	1.47^{ns}	1.20^{ns}	6.63^{**}	13.17^{**}	201.90^{**}	5.08^{**}
Salinity		11.30^{ns}	10.92^{**}	1.08^{ns}	1.73^{ns}	6.20^{**}	283.40^{**}	43.53^{**}
Salinity × Genotype		1.08^{ns}	1.02^{ns}	0.52^{ns}	5.50^{**}	4.31^{**}	19.26^{**}	3.40^{**}

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, repectively.

این خصوص مکانسیم‌های متعددی در کاهش جذب و تجمع Na^+ در بافت چوبی درختان وجود دارد (Massai *et al.*, 1998؛ Boland *et al.*, 1997a,b). به این دلیل، به نظر می‌رسد میزان افزایش پرولین برگ رقم سهند با اعمال تیمار شوری از بقیه ژنوتیپ‌ها کمتر بود. ولی در مورد GF677 و HS314 (دورگه‌های هلو × بادام) مکانیسم مقاومت فرق کرده و احتمالاً در ارتباط با افزایش میزان پرولین برگ و بالا بودن آستانه تحمل به شوری گیاه باشد. کاهش کلروفیل و شاخص کلروفیل با افزایش شوری در ژنوتیپ‌های HS314 و HS302 بیشتر بود. این کاهش ممکن مربوط به از بین رفتن کلروفیل یا کاهش نسبی سنتز کلروفیل و یا هر دو آن‌ها در نتیجه کاهش استقرار غشاء تیلاکوئید باشد. همچنین ممکن است در ارتباط با افزایش فعالیت آنزیم‌های کاهش‌دهنده کلروفیل یا کلروفیلاز باشد (Gunes *et al.*, 2007).

این تحقیق به عنوان آزمایش گلدانی ممکن

عملاً تفاوت بین ژنوتیپ‌ها از حیث تحمل به شوری را به خوبی نشان ندهد و براساس آن نتوان استفاده از این پایه‌ها در شرایط مزرعه و شوری را توصیه کرد. اما نتایج به طور واضح بیانگر آن است که GF677 و HS314 (دورگه‌های هلو × بادام) در شرایط شور Na^+ بیشتری در برگ‌های خود در مقایسه با HS302 (دورگ زردآلو × گوجه) و بادام سهند انباشته می‌کنند. با این حال GF677 و HS314 پتانسیل خوبی برای تنظیم تغییرات اسمزی و حفظ قدرت رشد در تنش شوری را دارند (Boland *et al*., 1997a,b؛ Massai *et al*., 1998). این تحمل ممکن به بالا بودن پتانسیل رشد رویشی نسبی آن‌ها که آن هم مربوط به وجود پدیده هتروزیسی که به صورت ژنتیکی کنترل می‌شود بستگی داشته باشد. در حالت کلی در خاک‌های شور Na^+ با K^+ درجذب و انتقال از غشاء پلاسمائی سلول‌های گیاهی رقابت می‌کنند. در نتیجه نسبت K^+ / Na^+ پایین آمده و موجب کاهش رشد گیاه و حتی مسمومیت می‌شود (Munns, 1993). به نظر می‌رسد میزان کاهش نسبت K^+ / Na^+ گیاه با میزان مقاومت پایه‌ها رابطه معکوس دارد.

اکثر مطالعات در بررسی اثر نمک در رشد گیاهان با استفاده از شوری NaCl انجام شده است ولی آن چه که مسلم است شوری طبیعی در برگیرنده برخی کاتیون‌ها و آنیون‌هایی است که اثر متفاوت و متقابلی در رشد گیاهان دارند. به عنوان مثال نمک‌های کلرید از نمک‌های سولفات مسمومیت بیشتری ایجاد می‌کنند همچنین مطالعات نشان داده کلسیم می‌تواند اثر سوء Na^+ را در شرایط شور تقلیل دهد (Aliasgarzade *et al*., 2005؛ Bolat *et al*., 2006؛ Rieger, 2001) آستانه تحمل به شوری درختان میوه معمولاً براساس رشد رویشی گیاه تعیین می‌شود و براساس گزارش مس و هوفمن (۱۹۷۷) آستانه تحمل به شوری بادام، زردآلو و آلو تقریباً dSm^{-1} ۱/۵ است. اما بر خلاف انتظار، در این پژوهش در تمام ژنوتیپ‌ها اکثراً شاخص‌های رشد رویشی با افزایش شوری تا سطح dSm^{-1} ۳ به خصوص در دورگه‌های HS314 و GF677 افزایش داشتند. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که اغلب خصوصیات فیزیولوژیکی، بیولوژیکی و مرفولوژیکی کاهش معنی‌داری تا سطح شوری dSm^{-1} ۳ نداشتند. نتایج مشابهی توسط نجفیان و همکاران (۲۰۰۸) روی دو ژنوتیپ بادام تلخ گزارش شده است. دلیل این رفتار را شاید بتوان به شرح زیر توضیح داد:

۱- ترکیب نمک‌ها به عنوان عامل شوری طبیعی شاید آستانه تحمل به شوری درختان میوه جنس پرونوس را از dSm^{-1} ۱/۵ تا ۳ بالا می‌برد و این امر ناشی از وجود یون‌های Ca^{2+}، Mg^{2+} و $SO4^{2-}$ موجود در محلول شوری باشد (Bolat *et al*., 2006). نظیر این نتیجه در مورد یونجه توسط سلطانپور و همکاران (Soltanpour *et al*., 1999) گزارش شده است. اگر چه NaCl نمک غالب شوری خاک

در ایران است اما وجود کاتیون‌ها و آنیون‌ها مذکور در میزان تحمل گیاهان به شوری تاثیر می‌گذارند (Aliasgarzade *et al*., 2005؛ Tabatabaei, 2006).

۲- استفاده از خاک به جای پرلیت یا سایر مواد و آبیاری با آب مقطر به جای محلول غذایی ممکن در ساختمان و مکانسیم عمل ریشه‌ها تغییر ایجاد کند. این تفاوت ممکن ناشی از کاهش تحمل سیستم دفاعی گیاه به استرس شوری باشد (Zekri and Parsons, 1992؛ Gunes *et al*., 2007).

بنابراین استفاده از شوری حاصل از ترکیب نمک‌ها و محیط خاک در آزمایش‌ها شباهت خیلی زیادی به شرایط طبیعی مزرعه داشته و با این روش نتایج حاصل کاربردی و مشابه شرایط مزرعه خواهد بود. میزان تحمل به شوری و آهنگ رشد رویشی ممکن در شرایط شور طولانی مدت در شرایط مزرعه عوض شود چرا که مطالعات نشان داده است که تجمع تدریجی نمک‌ها در چوب و بدنه درختان به مدت طولانی (حتی در سطوح پائین شوری) موجب مسمومیت و مرگ تدریجی آن‌ها می‌شود (Catlin *et al*., 1993؛ Boland *et al*., 1997a,b).

بنابراین در مطالعات تکمیلی بایستی اثر شوری روی ارقام یا پایه‌های جدید در شرایط مزرعه و در یک دوره طولانی مدت انجام شود.

سپاسگزاری

از همکاران ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند، گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز و بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی که در اجرای این پروژه همکاری کردند تشکر و قدردانی می‌شود.

References

Aliasgarzade, N., Barin, M., and Samadi, A. 2005. Effects of NaCl-induced and salt mixture salinity on leaf proline and growth of tomato in symbiosis with AM fungi. Proceedings of the International Conference on Environmental Management in Hyderabad, India. pp. 28 –30.

Anonymous. 2008. Available on: http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush.

Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology 24: 1-15.

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

Boland, A. M., Jerie, P., and Mass, E. 1997a. Long-term effects of salinity on fruit trees. Acta Horticulturae 449: 599- 606.

Boland, A. M., Martin, S., and Jerie, P. 1997b. Effect of saline irrigation on fruit growth of peach and nectaring. Acta Horticulturae 449: 615-622.

Bolat, I., Kaya, C., Almaca, A., and Timucin, S. 2006. Calcium sulfate improves salinity tolerance in rootstocks of plum. Journal of Plant Nutrition 29 (3): 553-564.

Catlin, P.B., Hoffman, G.J., Mead, R.M., and Johnson, R. S. 1993. Long- term response of mature plum trees to salinity. Irrigation Science 13(4): 171-179.

Dejampour, J., Grigorian, V., Majidi, E., and Aliasgarzade, A. 2007. Evaluation of some morphological characteristics and clonal propagation of some interspesific hybrids in Prunus. Journal of Horticulture Science 8 (1): 43-54 (in Persian).

Dejampour, J., Majidi, E., Khosravi, S., Farhadi, S., and Shadmehr, A. 2011. *In vitro* propagation of HS314 rootstock (*Prunus amygdulus* × *P. persica*). HortScience 46(6): 928-931.

Dejampour, J., Rahnemoun, H., and Hassani, D. 2006. Breeding almond interspecific hybrid rootstocks in Iran. Acta Horticulturae 726: 45-50.

Epstein, E., and Rains, D. W. 1987. Advances in salt tolerance. Plant Soil 99: 17-29.

Gunes, A., Inal, A., Guneri Bagci, E., and Pilbeam, D. J. 2007. Silicon-mediated changes of some physiological and enzymatic parameters symptomatic for ixidative stress in spinach and tomato grown in sodic-B toxic soil. Plant and Soil 290: 103-114.

Grattan, S. R., and Grieve, C. M. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. Sciencia Horticulturae 78: 127-157.

Hassan, M. M., and El- Azayem, A. I. A. 1990. Differences in salt tolerance of some fruit species. Egyptian Journal of Horticulture 17 (1): 1-8.

Jafarzadeh, A. A., and Aliasgarzade, N. 2007. Salinity and salt composition effects on seed germination and root length of four sugar beet cultivars. Biology, Bratislava 62(5): 562-564.

Massai, R., Gucci, R., and Tattini, M. 1998. Salinity tolerance in four different rootstocks for peach. Acta Horticulturae 465: 363- 369.

Maas, E. V., and Hoffman, G. J. 1977. Crop salt tolerance: current assessment. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 103: 115- 134.

Munns, R. 1993. Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. Plant Cell and Environment 16: 15-24.

Najafian, S., Rahemi, M., and Tavallali, V. 2008. Effect of salinity on tolerance of two bitter almond rootstocks. American-Eurasian Journal of Agricalture & Environmental Science 3 (2): 264-268.

Noitsakis, B., Dimassi, K., and Therios, I. 1997. Effects of NaCl induced salinity on growth, chemical composition and water relations of two almond (*Prunus amygdalus* B.) cultivars and the hybrid GF677 (*Prunus amygdalus* × *P. persica*). Acta Horticulturae 449: 641-648.

Ottman, Y., and Byrne, D. H. 1988. Screening rootstocks of Prunus for relative salt tolerance. HortScience 23(2) 375-378.

Rahmani, A., Daneshvar, H.A., and Sardabi, H. 2003. Effect of salinity on growth of two wild almond species and two genotypes of the cultivated almond species (*P. dulcis*). Iranian Journal of Forest and Poplar Research 11 (1): 202-208.

Ranjbar, A., Lemeur, R., and Damme, P. 2005. Ecophsiological characteristics of two pistachio species (*Pistacia khinjuk* and *P. mutica)* in response to salinity. Acta Horticulturae 721: 343-349.

Rieger, M. 2001. Salt stress resistance of peach and four North American Prunus species. Acta Horticulturae 557: 181-185.

Soltanpour, P. N., Ippolito, J. A., Rodriguez, J. B., Self, J., and Gillaume, M. 1999. Chloride versus sulfate salinity effects on alfalfa shoot growth and ionic balance. Soil Science Society of America Journal 63: 111-116.

Storey, R., and Walker, R. R. 1999. Citrus and salinity. Sciencia Horticulturae 78: 39-81.

Tabatabaei, S.J. 2006. Effects of salinity and N on the growth , photosynthesis and N status of olive (*Olea europaea* L.) trees. Sciencia Horticulturae 101: 7-13.

Tanji, K. K. 1990. Agricultural Salinity Assessment and Management. Society of Civil Engineers, New York, USA.

Zekri, M., and Parsons, L. R. 1992. Salinity tolerance of citrus rootstocks: Effect of salt on root and leaf mineral concentrations. Plant and Soil 147: 171-180.