

اثر تنش شوری بر ویژگی‌های رشدی، مقدار سدیم و کلر برگ قلمه‌های ریشه‌دار شده تعدادی از ارقام انار در منطقه اصفهان

اسماعیل جدیدی^۱، محمود قاسم‌نژاد^{۲*}، مریم تاتاری^۳ و حمیدرضا سالمی^۴

۱. دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی، پردیس دانشگاهی، دانشگاه گیلان، ایران

۲. استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۳. استادیار بخش تحقیقات علوم زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

۴. استادیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۴/۱۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱۵)

چکیده

در این پژوهش، تاثیر غلظت‌های مختلف کلرید سدیم (شاهد، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر) بر برخی ویژگی‌های رشدی و مقدار کلر و سدیم برگ نهال‌های هشت رقم انار (ملس ساوه، ملس اصفهان، رباب قرمز شیراز، گبری یزد، گبری ترش یزد، زاغ سفید یزد، ترش یزد و ملس طوق پیشوا) بررسی شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. ویژگی‌های رشدی و مقدار سدیم و کلر برگ در پایان آزمایش اندازه‌گیری شدند. با افزایش میزان شوری، ارتفاع و قطر گیاه، تعداد شاخه‌ها و شاخص کلروفیل برگ کاهش، اما نکروزه برگ، ریزش برگ و کلر و سدیم برگ افزایش یافت. شوری آب تا ۳ دسی‌زیمنس برمتر باعث افزایش جزئی وزن تر و خشک شاخساره شد، اما بالاتر از آن باعث کاهش آنها گردید. کم‌ترین کاهش ارتفاع نهال در رقم ملس طوق پیشوا، رباب قرمز شیراز و گبری یزد بود. در شوری ۶ و ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر رقم‌های زاغ سفید یزد و گبری یزد کم‌ترین ریزش برگ داشتند. در شوری ۶ دسی‌زیمنس برمتر رقم‌های زاغ سفید یزد و ملس اصفهان کمترین میزان نکروز را نشان دادند. در شوری ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر رقم‌های ملس ساوه و رباب قرمز شیراز به ترتیب بیشترین نکروز برگ را نسبت به شاهد نشان دادند. در شوری ۶ و ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر رقم‌های گبری ترش یزد و ملس اصفهان به ترتیب کم‌ترین شاخص کلروفیل برگ را نسبت به شاهد نشان دادند. کم‌ترین مقدار تجمع یون‌های کلر و سدیم برگ در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر در رقم‌های ملس طوق پیشوا و زاغ سفید یزد مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: سمیت یون، سدیم، کلر، نکروز برگ‌ها.

Effect of salt stress on growth characteristics and leaf chlorine and sodium content of rooted cuttings of some pomegranate cultivars in Esfahan region

Esmail Jadidi¹, Mahmood Ghasemnezhad^{2*}, Maryam Tatari³ and Hamidreza Salemi⁴

1. Ph.D. Candidate, Faculty of Agriculture, University Campus, University of Guilan, Rasht, Iran

2. Professor, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran

3. Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

4. Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Isfahan, Iran

(Received: July 08, 2018 - Accepted: Jan. 05, 2019)

ABSTRACT

In this study, the effect of different concentrations of sodium chloride (0, 3, 6, 9 and 12 ds/m) on growth characteristics and leaves sodium and chlorine content of eight pomegranate cultivars (Malas Saveh, Malas Esfahan, Rabab Qermaz Shiraz, Gabry Yazd, Gabry Torosh Yazd, Zaq Sefid Yazd, Zaq Torsh Yazd and Malas Toq Peshva) was investigated. The experiment was carried out as a factorial based on randomized block designs with three replications. At the end of study, growth characteristics and leaves sodium and chlorine content were determined. With increasing salinity, plant height and diameter, branches number and leaf chlorophyll index were decreased, but the leave necrosis and chlorine and sodium concentration were increased. Shoots fresh and dry weight were increased slightly when salinity increased up to 3 dS/m and thereafter decreased. The lowest leaf abscission was found in Zaq Sefid Yazd and Gabry Yazd when treated with 6 and 12 dS/m. At 12 dS/m, the lowest leaf necrosis was found in Malas Esfahan, but at 6 dS/m, Zaq Sefid Yazd and Malas Esfahan showed the lowest decreasing percent respectively. At 9 and 12 dS/m Malas Saveh and Rabab Qermaz Shiraz showed the highest leave necrosis as compared to the control. In salinity of 6 and 12 dS/m, the Gabry Torosh Yazd and Malas Esfahan cultivars showed the lowest decreasing in chlorophyll leaf index respectively. The lowest chlorine and sodium accumulation at 12 dS/m was observed in Malas Toq Pishva and Zaq Sefid Yazd cultivars.

Keywords: Chlorine, ion toxicity, leave necrosis, sodium.

* Corresponding author E-mail: Ghasemnezhad@guilan.ac.ir

مقدمه

در ایران، شوری یک مسئله فراگیر و محدودکننده کشاورزی پایدار است. در مجموع ۶/۸ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی کشور دارای خاک‌های مبتلا به درجات مختلف شوری هستند. از این مقدار حدود ۴/۳ میلیون هکتار جزو آن دسته از اراضی هستند که به غیر از شوری محدودیت دیگری ندارند و حدود ۲/۵ میلیون هکتار علاوه بر شوری دارای محدودیت‌های مربوط به جنس خاک (بافت، عمق، ضریب آبگذری، نفوذپذیری)، پستی و بلندی، فرسایش و آب زیرزمینی نیز هستند. از مجموع ۶/۸ میلیون هکتار اراضی کشاورزی مبتلا به شوری، فقط حدود ۵۰۰ هزارهکتار (۸/۴ درصد) دارای بحران آب زیرزمینی در محدوده رشد ریشه هستند (Moneni, 2010). بخشی بزرگ از خاک‌ها و حجمی چشمگیر از منابع آبی کشور به درجات مختلف مبتلا به شوری است (Malakouti & Homaei, 2004).

هدایت الکتریکی (EC) خاک نشان‌دهنده میزان املاح محلول در خاک می‌باشد که در استان اصفهان یکی از اصلی‌ترین آن‌ها کلرید سدیم می‌باشد. حدود ۲۵ تا ۳۰ درصد مساحت استان اصفهان دارای درجات مختلف شوری برای خاک سطحی و عمقی است (Anonymous, 2013). همچنین حدود ۱۷/۵ درصد از آب‌های زیرزمینی استان اصفهان به‌عنوان کلاس نامناسب و ۵۴/۳۵ درصد به‌عنوان کلاس غیرقابل استفاده طبقه‌بندی می‌شود (Jafari & Bakhshandehmehr, 2014). دفتر برنامه‌ریزی کلان آب و آبفای وزارت نیرو گزارش داد که درصد تخلیه سالانه آب منابع زیرزمینی از قنات‌ها ۷/۳ درصد، چاه‌های نیمه‌عمیق ۱۸/۷۳ درصد، چشمه‌ها ۲۰/۸ درصد و چاه‌های عمیق ۵۳/۲ درصد بوده است (Ministry of Energy, 2015). استخراج آب‌های زیرزمینی باعث افزایش تبخیر از آن و در نتیجه بالا آمدن و تجمع نمک و بروز پدیده شوری ثانویه در سطح خاک شده است (Mahmoodi et al., 2015). بنابراین، در مناطقی که راهکاری جز آبیاری با آب شور برای تولید محصولات زراعی وجود ندارد، شور شدن خاک غیرقابل اجتناب است. شاید کشت گونه‌های متحمل به شوری راه‌حلی کاربردی

جهت استفاده مؤثر از خاک‌های در معرض تنش می‌باشد (Ahmad et al., 2010; Ashraf & Harris, 2005; Kafi & Khan, 2008).

شوری یکی از عوامل تنش‌زای مهم می‌باشد که رشد و متابولیسم گیاهان را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (Munns, 2002). شیوع این مشکل به ویژه در نقاط خشک جهان با افزایش فعالیت‌های کشاورزی، تغییرات اقلیمی و مدیریت نامناسب در شیوه‌های آبیاری اراضی زراعی رو به افزایش است (Allakhverdiev et al., 2000). کشت گیاهان در محیط‌های شور باعث ورود املاحی مانند یون‌های سدیم و کلر به درون بافت‌ها و سلول‌های گیاهی می‌شود و فرایندهای اساسی گیاهی نظیر فتوسنتز را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Leshm et al., 2011). تنش شوری باعث مختل شدن فرایندهای فیزیولوژیکی، کاهش عملکرد و رشد رویشی می‌شود (Sudhir & Murty, 2004). Munns (2002) کاهش رشد گیاه و کاهش در اندازه گیاه را از جمله واکنش‌های گیاه به تنش‌های شوری و خشکی عنوان نمود. در شرایط تنش شوری عدم تعادل اسمزی بین ریشه و برگ منجر به کاهش نسبت سطح برگ گیاه می‌شود (Khan, 2001). تحمل به تنش شوری بین گونه‌های گیاهی از نظر مدت زمان قرارگرفتن در تنش، تفاوت‌های عمده‌ای وجود دارد (Nie et al., 2011; Koyro et al., 2013). گزارش دیگر با افزایش تنش شوری میزان رشد، وزن خشک ریشه و شاخه نهال انگور دورگ‌های H4، H6 و رقم رشه کاهش یافت و اما میزان تجمع سدیم و کلر برگ افزایش یافت (Doulati Baneh, 2016). محققین گزارش کردند که تنش شوری در انجیر باعث کاهش طول و قطر شاخه و نیز وزن خشک شاخه و ریشه شد، همچنین انتقال سدیم به بخش هوایی موجب بروز نشانه‌های سمیت گردید (Zarei et al., 2016). نتایج پژوهش دیگری نشان داد که تنش شوری باعث کاهش فاکتورهای رویشی و فتوسنتزی در پایه‌های مرکبات (بکرایبی و نارنج سه برگ) گردید (Khoshbakht et al., 2015). El.Agamy et al. (2010) گزارش کردند که انار رقم منفالوتی در مواجهه با تنش شوری متحمل‌تر از انار رقم ناب-الگاما در شرایط آزمایشگاهی است. Okhovatian-Ardakani et al. (2010) گزارش کردند که

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقاتی دستگرد، واقع در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، در فضای باز انجام گرفت. قلمه‌های چوبی (خشبی) و یکنواخت هشت رقم انار شامل ملس ساوه، ملس اصفهان، ربانقرمز شیراز، گبری یزد، گبری ترش یزد، زاغ سفید یزد، زاغ ترش یزد و ملس طوق پیشوا در اواخر بهمن ماه ۱۳۹۴ از پایه‌های مادری شناخته شده کلکسیون ارقام و ژنوتیپ‌های ایستگاه فوق تهیه و ریشه‌دار شدند. درختان مادری از لحاظ تغذیه، آبیاری و شرایط نگهداری در وضعیت یکسانی قرار داشتند. قلمه‌ها از پایه‌های موردنظر از شاخه‌های دوساله به طول ۲۵-۲۰ سانتیمتر و قطر بین هشت تا ۱۲ میلی‌متر تهیه شدند و در بستر خاکی کشت شدند. در اواخر زمستان ۱۳۹۵، قلمه‌های ریشه دار شده از بستر کشت خارج و در گلدان‌های پلاستیکی ۲۰ لیتری (ارتفاع ۳۵ سانتی‌متر و قطر دهانه ۳۰ سانتی‌متر) کشت شدند. ته گلدان به منظور زهکشی شن ریخته شد و گلدان‌ها با خاک لومی رسی که بر اساس نتایج آنالیز خاک با کود حیوانی و کود سلوپتاس مخلوط شده بودند، پر شدند. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مخلوط خاکی (جدول ۱) و همچنین آب آبیاری (جدول ۲) قبل از انجام آزمایش اندازه‌گیری شد.

انار رقم ووشیک^۱ سراوان مقاوم‌ترین، ارقام ملس یزدی و تب و لرز جزو ارقام مقاوم و رقم گبری حساس به شوری می‌باشد. محققین گزارش کردند که در ارقام انار ربان و شیشه‌گپ غلظت و توزیع سدیم، پتاسیم، کلر، کلسیم، منیزیم و فسفر در ریشه و شاخه تحت تأثیر تنش شوری و خشکی قرار گرفت به طوری که غلظت‌های سدیم، کلر و پتاسیم در ریشه و شاخه با افزایش سطوح شوری افزایش یافتند. نتایج نشان داد که رقم شیشه‌گپ دارای قدرت رشد خوب و مکانیسم‌های دفع برای محدود کردن جذب و انتقال کلر و رقم ربان دارای نکه داری مقدار کافی پتاسیم است (Karimi & Hasanpour, 2014). در گزارش دیگری نشان داده شد که شوری در انار رقم 'منفالوتی' موجب کاهش معنی دار مقدار نیتروژن، پتاسیم، کلروفیل و کربوهیدرات ریشه و برگ‌ها گردید. همچنین همه سطوح تیمارهای شوری باعث کاهش مقدار کلسیم و منیزیم و باعث افزایش غلظت کلر برگ شد (Mastrogiannidou *et al.*, 2016).

با توجه به این‌که انار از جمله درختان نیمه‌حساس به شوری محسوب می‌شود. انتخاب رقم و پایه‌های متحمل به شوری روشی مؤثر و مناسب به منظور کاهش عوارض ناشی از شوری، مخصوصاً در نواحی خشک و نیمه خشک به شمار می‌رود. بدین منظور، از اهداف این پژوهش مقایسه و شناسایی رقم‌های متحمل به شوری می‌باشد.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش برای قلمه‌های ریشه دار شده هشت رقم انار در منطقه اصفهان.
Table 1. The physical and chemical properties of studied soil for rooted cuttings of eight pomegranate cultivars in Esfahan region.

Property	Value	Unit	Property	Value	Unit
pH	7.75	-	K	709	mg/Kg
FC	30	%	Zn	0.64	mg/Kg
PWP	7.25	%	Mg	10.23	mg/Kg
OC	10.14	%	Fe	5.01	mg/Kg
N	0.096	%	Cu	1.23	mg/Kg
Silt	35	%	Na	4.53	Meq/L
Clay	35	%	Cl	7.19	Meq/L
Sandy	30	%	salinity	3.24	ds/m
Tissue	Clay Loam	-			

جدول ۲. خصوصیات شیمیایی آب آبیاری جهت اعمال تیمار شوری برای قلمه‌های ریشه دار شده هشت رقم انار در منطقه اصفهان.
Table 2. The chemical properties of irrigation water for salinity treatment for rooted cuttings of eight pomegranate cultivars in Esfahan region.

K (mg/L)	Mg (mg/L)	Ca (mg/L)	Cl (mg/L)	Na (mg/L)	pH	EC (ds/m)
5.09	66	1.98	1320	770	7.45	3
12.49	162	4.86	3240	1890	7.84	6
19.66	255	7.65	5100	2975	7.90	9
25.45	330	9.9	6600	3850	8.20	12

اعمال تیمار شوری

اعمال تیمارهای شوری، دو ماه پس از انتقال و استقرار کامل قلمه‌های ریشه‌دار شده به گلدان به مدت ۱۳۳ روز صورت گرفت. به منظور جلوگیری از شوک ناگهانی گیاه به شوری و ایجاد تعادل تقریبی در خاک، گلدان‌های تحت تیمار شوری چهار نوبت با آب با هدایت الکتریکی ۳ دسی زیمنس بر متر آبیاری شدند، سپس غلظت‌های مورد نظر اعمال گردید. نسبت هدایت الکتریکی آب ورودی و آب خروجی از زهکش در هر چهار نوبت آبیاری اندازه‌گیری شد و میانگین به دست آمده به عنوان درصد آبشویی ثبت گردید. میزان آب مصرفی هر گلدان در طول فصل رشد بوسیله ظروف مدرج اندازه‌گیری شد به منظور تعیین دور و نیاز خالص آبیاری (In)، پارامتر عمق آبیاری (dn) محاسبه گردید. عمق آبیاری با استفاده از پارامتر آب سهل‌الوصول (RAW) در خاک که از بافت و وزن مخصوص ظاهری (Pb) تبعیت می‌کند و مشخصه عمق ریشه درخت، قابل محاسبه می‌باشد. مقادیر رطوبت وزنی خاک در نقطه ظرفیت مزرعه (FC) و پژمردگی (PWP) برای تعیین آب سهل‌الوصول مورد استفاده قرار گرفت. نیاز ناخالص آبیاری (Ig) با توجه به راندمان آبیاری که بسته به سیستم آبیاری متفاوت است، به دست آمد. همچنین به منظور جلوگیری از تجمع نمک، به مقدار ۱۵ درصد ظرفیت مزرعه، آب بیشتری به گلدان‌ها داده شد، به طوری که زه‌آب از ته گلدان‌ها خارج گردید. تیمار شوری در پنج سطح شاهد (بدون افزودن نمک)، ۳، ۶، ۹ و ۱۲

دسی‌زیمنس بر متر در آب آبیاری به نهال‌های ارقام مختلف انار (شامل ملس ساوه، ملس اصفهان، رباب قرمز شیراز، گبری یزد، گبری ترش یزد، زاغ سفید یزد، زاغ ترش یزد و ملس طوق پیشوا) داده شدند. نمک کلرید سدیم مورد استفاده در این پژوهش از نمک دریاچه‌ای بوده که قبل از استفاده مورد آنالیز قرار گرفت (جدول ۳). منبع آب آبیاری از آب آشامیدنی شهر اصفهان تامین شد که آنالیز آب شهری در جدول ۴ آمده است. در ضمن همراه آب آبیاری هیچ گونه تغذیه کودی (محلول غذایی) به کار برده نشد.

ارزیابی صفات

صفات رویشی

ارتفاع گیاه از سطح خاک با متر و قطر گیاه با استفاده از کولیس دیجیتال در فاصله دو سانتی‌متری بالاتر از سطح خاک در آغاز و همچنین پایان دوره تیمار شوری (۱۳۳ روز پس از شروع تنش) اندازه‌گیری و تفاوت آنها محاسبه شدند. تعداد شاخه فرعی پایان تنش شوری شمارش شدند. شمارش تعداد ریش برگ در طول دوره تنش، و همچنین وزن تر و خشک شاخساره در پایان دوره آزمایش اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به‌طور جداگانه در پاکت‌های کاغذی به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه‌سانتی‌گراد در آون خشک و سپس با استفاده از ترازوی دیجیتال وزن شدند. طول شاخه فرعی با متر در آغاز و پایان آزمایش اندازه‌گیری شد و اختلاف بین این دو زمان محاسبه شد.

جدول ۳. برخی از خصوصیات شیمیایی نمک دریاچه مورد استفاده جهت اعمال تنش شوری برای قلمه‌های ریشه‌دار شده هشت رقم انار در منطقه اصفهان.

Table 3. Some chemical properties of lake salt were used in salt stress treatment for rooted cuttings of eight pomegranate cultivars in Esfahan region.

Co	Cd	Cr	Ni	pb	Fe	Cl	Na	Mg	Ca	K	P
			(mg/Kg)					(%)			
3	2	0	8	15	0	60	35	3	0.09	0.23	0

جدول ۴. خصوصیات آب مورد استفاده جهت اعمال تنش شوری برای قلمه‌های ریشه‌دار شده هشت رقم انار در منطقه اصفهان.

Table 4. Water properties was used for salt stress treatment for rooted cuttings of eight pomegranate cultivars in Esfahan region.

Total cations	Na	Mg	Ca	Total anions	Sulfate	Chloride	Bicarbonate	pH	EC
(meq/L)	(meq/L)	(meq/L)	(meq/L)	(meq/L)	(meq/L)	(meq/L)	(meq/L)		(ds/m)
6.8	2.8	1.2	2.8	6.8	0.6	3	3.2	6.9	0.38

معنی‌دار شد (جدول ۵). با افزایش غلظت کلریدسديم در آب آبیاری میزان ارتفاع گیاه در همه رقم های انار کاهش یافت (جدول ۶). به طوری که در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر ارتفاع گیاه در رقم‌های زاغ سفید یزد، گبری یزد، ملس ساوه، زاغ ترش یزد، ملس اصفهان، گبری ترش یزد، ملس طوق پیشوا و رباب قرمز شیراز به ترتیب ۶۵، ۶۵، ۶۳/۲، ۶۲، ۵۳/۴، ۴۹، ۴۳ و ۴۱ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت، لذا کم‌ترین کاهش ارتفاع در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر مربوط به رقم‌های ملس طوق پیشوا و رباب قرمز شیراز بود. در سطح شوری ۹ دسی‌زیمنس بر متر ارتفاع گیاه در رقم های رباب قرمز شیراز و گبری یزد به ترتیب ۲۰ و ۱۶/۵ درصد کاهش ارتفاع را نسبت به تیمار شاهد نشان داد. در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر در رقم‌های ملس اصفهان و ملس طوق پیشوا به ترتیب ۱۴ و ۴ درصد کاهش ارتفاع نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. همچنین در شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر رقم‌های گبری ترش یزد و زاغ ترش یزد به ترتیب ۱۶ و ۲/۶ درصد کاهش ارتفاع داشتند. در مجموع کم‌ترین کاهش ارتفاع در مواجه با سطوح مختلف شوری مربوط به رقم‌های ملس طوق پیشوا، رباب قرمز شیراز و گبری یزد بوده است.

از آنجا که پدیده رشد حاصل فعالیت‌های حیاتی در شرایطی است که گیاه بایستی آب کافی در اختیار داشته باشد، در صورت عدم تأمین آب مورد نیاز گیاه کاهش فشار تورژسانس سلول‌های در حال رشد و کاهش ارتفاع رخ می‌دهد (Munns & Tester, 2008). در مرحله اول تنش شوری، تنش اسمزی اتفاق افتاده و موجب کاهش محتوای آب سلول‌ها شده و طولی شدن آن‌ها را با مشکل روبه رو می‌کند، و به طوری که حتی پس از ایجاد تعادل اسمزی و تأمین فشار اسمزی مجدد در سلول‌ها، گسترش و طولی شدن آنها به کندی صورت می‌گیرد (Munns & Tester, 2008). *El-Khawaga et al.* (2013) نشان دادند که آبیاری تحت شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر در رقم‌های انار منفالوتی، ناب الگامی و واندر فول به ترتیب ۲۱، ۲۵/۷ و ۱/۸ درصد کاهش ارتفاع را نسبت به شوری ۱/۸ دسی‌زیمنس بر متر به دنبال داشت. تحت تیمار شوری

شاخص کلروفیل در اواسط و پایان دوره تنش بین ساعت‌های ۹ تا ۱۱ صبح با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری شاخص کلروفیل (SPAD) مدل ۵۰۲ ساخت کشور ژاپن انجام شد. همچنین درصد نکرور برگ‌ها در اواسط و پایان تنش به طور مشاهده‌ای و با روش نمره‌دهی صفر تا ۹ بررسی و ثبت شد. صفر برای برگ‌های بدون نکرور، یک برای نکرور خیلی کم (صفر تا ۱۰ درصد)، سه برای نکرور کم (۱۰ تا ۳۰ درصد)، پنج برای نکرور متوسط (۳۰ تا ۵۰ درصد)، هفت برای نکرور زیاد (۵۰ تا ۷۰ درصد) و در نهایت نه برای نکرور خیلی زیاد (۷۰ تا ۹۰ درصد) در نظر گرفته شد.

مقدار سدیم و کلر برگ

در پایان آزمایش برای اندازه‌گیری مقادیر سدیم و کلر برگ، تنها در تیمارهای شاهد (بدون افزودن نمک) و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر برگ‌های هر گیاه به طور جداگانه با آب مقطر شسته شده و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و پس از چهار روز آسیاب و پودر شدند. سپس یون‌های سدیم برگ با دستگاه فلیم‌فتومتر مدل جنوی ساخت کشور انگلستان و مقادیر کلر با روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد.

طرح آزمایشی و تجزیه داده‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. فاکتور اول نوع رقم در هشت سطح و فاکتور دوم تیمار شوری در پنج سطح بود. برای هر سطح شوری هشت گلدان و در هر گلدان یک قلمه ریشه دار شده کشت گردید. پس از جمع‌آوری داده‌ها تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و به روش توکی انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل تیمار شوری و رقم بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال یک درصد

کلرید سدیم با ۱۱/۸ دسی‌زیمنس برمتر در انار رقم کله‌دستی ۵ درصد کاهش ارتفاع نسبت به تیمار شاهد (Mastrogiannidou *et al.*, 2016). اما در این پژوهش، در سطوح شوری بالاتر یعنی ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر میزان کاهش ارتفاع حدود ۵۵ درصد نسبت به تیمار شاهد بود.

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس اثر شوری و رقم بر برخی صفات رویشی قلمه‌های ریشه دار شده انار در منطقه اصفهان.

Table 5. Results of variance analysis effect of salinity and cultivar on some vegetative traits of pomegranate rooted cuttings in Esfahan region.

Source of variation	df	Mean of squares							
		Plant height	Plant diameter	Leaf abscission	Shoots fresh weight	Shoots dry weight	Branches number	Chlorophyll index	Leave necrosis
Block	2	165.85 ^{ns}	0.35 ^{ns}	113.63 ^{ns}	23020.24 ^{**}	7664.87 ^{**}	1.07 ^{ns}	3.39 ^{ns}	0.13 ^{ns}
Salinity	4	6699.52 ^{**}	69.13 ^{**}	15113.8 ^{**}	186579.28 ^{**}	49298.13 ^{**}	1.42 ^{**}	21.47 [*]	6.77 ^{**}
Cultivar	7	1655.9 ^{**}	11.55 ^{**}	267.75 [*]	19797.82 ^{**}	4703.84 ^{**}	0.95 [*]	66.85 ^{**}	1.02 ^{**}
Salinity × cultivar	28	634.41 ^{**}	6.66 ^{**}	339.41 [*]	3461.07 ^{ns}	7664.87 ^{ns}	0.27 ^{ns}	27.15 ^{**}	0.23 [*]
Error	78								
C.V%		28.4	25.7	29	24.5	25.8	35	5.3	16.5

*, **, ns: به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و نبود تفاوت معنی‌دار.

*, **, ns: Significantly difference at 5 and 1% probability level and non-significantly difference, respectively.

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و رقم بر برخی صفات رشدی قلمه‌های ریشه‌دار شده انار در منطقه اصفهان.

Table 6. Mean comparison interaction effect of salinity and cultivar on some vegetative traits of pomegranate rooted cuttings in Esfahan region.

Cultivars	Salinity (ds/m)	Leave necrosis	Chlorophyll index (SPAD)	Branches number	Leaf abscission	Plant diameter (mm)	Plant height (cm)
Zaqe-Sefid-Yazd	0	1.60 ^{ghi}	54.87 ^{b-f}	2.76 ^{gcd}	26.66 ^{hi}	5.25 ^{c-k}	51.67 ^{c-m}
	3	2.20 ^{defg}	54.33 ^{b-f}	2.67 ^{cde}	24.00 ^{hi}	6.48 ^{c-g}	56.33 ^{d-l}
	6	2.50 ^{a-c}	53.13 ^{b-h}	1.67 ^{efg}	29.66 ^{hi}	6.90 ^{a-f}	56.67 ^{d-l}
	9	2.20 ^{d-g}	47.20 ^{klm}	1.67 ^{efg}	74.66 ^{b-c}	5.55 ^{c-j}	61.33 ^{d-h}
	12	2.70 ^{a-c}	50.47 ^{f-l}	3.00 ^{bcd}	71.66 ^{b-c}	2.14 ^{a-q}	18.00 ^e
Malas-Toq-Pishva	0	1.00 ⁱ	53.77 ^{b-g}	2.00 ^{d-g}	16.66 ⁱ	6.74 ^{b-g}	74.00 ^{cde}
	3	1.60 ^{ghi}	53.00 ^{c-i}	2.00 ^{d-g}	22.33 ^{hi}	3.35 ^{k-o}	105.00 ^{ab}
	6	1.60 ^{ghi}	53.60 ^{bg}	3.00 ^{bcd}	25.00 ^{li}	6.15 ^{d-h}	71.00 ^{c-f}
	9	2.43 ^{a-f}	54.50 ^{b-f}	1.67 ^{efg}	70.66 ^{b-c}	3.13 ^{k-o}	50.33 ^{e-n}
	12	2.30 ^{b-f}	54.50 ^{b-f}	1.00 ^g	74.00 ^{b-c}	3.11 ^{l-p}	42.00 ^{g-n}
Malas-Esfahan	0	2.20 ^{d-g}	52.20 ^{d-i}	4.00 ^{ab}	19.66 ⁱ	5.68 ^{c-i}	69.33 ^{c-f}
	3	2.20 ^{d-g}	50.27 ^{f-l}	4.00 ^{ab}	37.33 ^{ghi}	5.13 ^{f-l}	54.00 ^{d-l}
	6	2.70 ^{a-c}	54.63 ^{b-f}	2.33 ^{def}	22.67 ^{hi}	5.99 ^{c-h}	59.67 ^{d-j}
	9	2.90 ^{ab}	47.37 ^{j-m}	2.67 ^{cde}	65.66 ^{c-f}	2.94 ^{m-p}	36.67 ^{h-o}
	12	2.50 ^{a-c}	49.40 ^{g-m}	2.00 ^{d-g}	87.00 ^{abc}	1.00 ^q	32.33 ^{k-o}
Zaq-Torsh-Yazd	0	1.40 ^{hi}	51.60 ^{c-k}	2.00 ^{d-g}	22.66 ^{hi}	6.74 ^{b-g}	62.33 ^{d-h}
	3	1.40 ^{hi}	55.70 ^{b-c}	2.00 ^{d-g}	22.00 ^{hi}	6.56 ^{c-g}	60.67 ^{d-i}
	6	1.83 ^{fgh}	56.60 ^{bcd}	3.00 ^{bcd}	44.33 ^{fgh}	3.32 ^{k-o}	71.33 ^{c-f}
	9	2.80 ^{a-d}	57.30 ^{bc}	2.00 ^{d-g}	82.00 ^{a-b}	2.21 ^{n-q}	33.33 ^{j-o}
	12	2.20 ^{d-g}	57.70 ^b	1.67 ^{efg}	64.00 ^{c-f}	3.54 ^{l-n}	23.67 ^{no}
Gabry-Yazd	0	1.00 ⁱ	48.43 ^{i-m}	3.00 ^{bcd}	29.00 ^{hi}	7.30 ^{c-e}	70.67 ^{c-f}
	3	2.20 ^{d-g}	52.07 ^{d-i}	2.67 ^{cde}	39.00 ^{ghi}	6.64 ^{c-g}	91.00 ^{abc}
	6	2.43 ^{a-f}	49.53 ^{g-m}	3.67 ^{abc}	28.00 ^{hi}	6.65 ^{c-g}	71.00 ^{c-f}
	9	2.43 ^{a-f}	46.37 ^{lmn}	3.67 ^{abc}	58.33 ^{efg}	8.42 ^{abc}	59.00 ^{d-k}
	12	2.70 ^{a-c}	49.67 ^{g-m}	3.00 ^{bcd}	63.33 ^{def}	4.63 ^{g-m}	24.76 ^{mno}
Malas-Saveh	0	1.00 ⁱ	56.07 ^{b-c}	4.67 ^a	22.66 ^{hi}	8.13 ^{a-d}	80.67 ^{bcd}
	3	2.10 ^{efg}	50.80 ^{f-l}	4.00 ^{ab}	30.00 ^{hi}	8.95 ^a	66.67 ^{c-g}
	6	2.70 ^{a-c}	49.27 ^{g-m}	4.67 ^a	38.66 ^{ghi}	3.56 ⁿ	111.33 ^a
	9	2.90 ^{a-b}	53.40 ^{b-g}	2.67 ^{cde}	83.66 ^{a-d}	4.05 ^{h-n}	61.67 ^{d-h}
	12	3.00 ^a	48.57 ^{h-m}	1.67 ^{efg}	100.00 ^a	2.35 ^{n-q}	29.67 ^{l-o}
Rabab-Qarmz-Shiraz	0	1.60 ^{ghi}	48.57 ^{h-m}	4.00 ^{ab}	22.00 ^{hi}	4.87 ^{lm}	57.67 ^{d-k}
	3	2.43 ^{a-f}	54.60 ^{b-f}	2.67 ^{cde}	26.66 ^{hi}	5.81 ^{c-h}	44.33 ^{f-o}
	6	2.70 ^{a-c}	45.53 ^{l-m}	3.00 ^{bcd}	68.00 ^{b-c}	5.18 ^{c-l}	24.67 ^{mno}
	9	2.83 ^{abc}	52.20 ^{d-i}	2.33 ^{def}	58.66 ^{efg}	3.55 ^{l-n}	46.00 ^{f-n}
	12	2.80 ^{a-d}	51.83 ^{c-i}	3.00 ^{bcd}	69.33 ^{b-c}	0.75 ^q	34.00 ^{i-o}
Gabry-Torosh-Yazd	0	1.00 ⁱ	51.83 ^{c-i}	3.67 ^{abc}	24.33 ^{hi}	8.82 ^{ab}	63.00 ^{d-h}
	3	1.60 ^{ghi}	50.27 ^{f-l}	3.00 ^{bcd}	30.33 ^{hi}	6.43 ^{c-g}	53.00 ^{e-l}
	6	2.23 ^{c-f}	63.54 ^a	1.33 ^{fg}	35.00 ^{hi}	2.99 ^{m-p}	92.33 ^{abc}
	9	2.43 ^{a-f}	43.03 ⁿ	2.00 ^{d-g}	75.66 ^{b-c}	5.53 ^{c-j}	70.33 ^{c-f}
	12	2.63 ^{a-c}	52.77 ^{c-i}	1.33 ^{fg}	89.33 ^{ab}	1.38 ^{opq}	32.00 ^{k-o}

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Means within a column followed by the same letter are not significantly difference at $p < 0.05$.

قطر گیاه

طبق جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) اثر متقابل شوری و رقم بر قطر گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در طی دوره اعمال تنش شوری، با افزایش غلظت کلرید سدیم در آب آبیاری در تمامی ارقام میزان قطر گیاه کاهش یافت (جدول ۶). در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر قطر گیاه در رقم‌های رباب قرمز شیراز، گبری ترش یزد، ملس اصفهان، ملس ساوه، زاغ سفید یزد، ملس طوق پیشبوا، زاغ ترش یزد و گبری یزد به ترتیب ۸۴/۶، ۸۴/۳، ۸۲/۴، ۷۱، ۵۹، ۵۳/۵، ۴۷/۵ و ۳۶/۵ درصد کاهش را نسبت به تیمار شاهد نشان داد. در نتیجه کم‌ترین کاهش قطر در این سطح شوری مربوط به رقم‌های گبری یزد و زاغ ترش یزد بود. همچنین در تیمار شوری ۹ دسی‌زیمنس بر متر کم‌ترین کاهش قطر مربوط به رقم‌های گبری ترش یزد و رباب قرمز شیراز بود که به ترتیب ۳۷/۳ و ۲۷ درصد کاهش قطر نسبت به تیمار شاهد را نشان دادند. در تیمار ۶ دسی‌زیمنس بر متر رقم‌های گبری یزد و ملس طوق پیشبوا ۹ و ۸/۷ درصد کاهش قطر نسبت به تیمار شاهد را نشان دادند. در رقم‌های ملس اصفهان، گبری یزد و زاغ ترش یزد به ترتیب ۹/۵، ۹ و ۲/۶ درصد کاهش قطر نسبت به تیمار شاهد در تیمار ۳ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. نتایج حاصل از بررسی برهمکنش رقم و تنش شوری بر قطر گیاه نشان داد که با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن، در تمامی رقم‌های مورد مطالعه قطر گیاه کاهش یافت. نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج به دست آمده توسط Mastrogiannidou et al. (2016) تطابق دارد. ایشان نشان دادند که در انار رقم واندر فول، در غلظت‌های شوری ۴، ۸/۵ و ۱۱/۸ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به تیمار شاهد کاهش ارتفاع، قطر و رشد رویشی اتفاق افتاد. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که در رقم‌های گبری ترش یزد، ملس ساوه، زاغ ترش یزد و ملس طوق پیشبوا در مواجهه با تنش شوری بیش‌ترین کاهش قطر و در رقم‌های گبری یزد، زاغ سفید یزد و رباب قرمز شیراز کم‌ترین درصد کاهش قطر وجود دارد.

ریزش برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۵) نشان داد اثر متقابل تیمار شوری و رقم بر درصد ریزش برگ گیاه در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد. با افزایش غلظت شوری درصد برگ‌های ریزش یافته در گیاهان، افزایش یافت (جدول ۶). در غلظت شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در رقم‌های زاغ سفید یزد و گبری یزد کم‌ترین درصد ریزش برگ (به ترتیب ۶۳ و ۵۴ درصد) نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. همچنین کم‌ترین درصد ریزش برگ در شوری ۹ دسی‌زیمنس بر متر در رقم‌های رباب قرمز شیراز و گبری یزد دیده شد که به ترتیب ۶۲ و ۵۰ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد. در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر در رقم‌های زاغ سفید یزد و گبری یزد کم‌ترین درصد ریزش برگ به ترتیب با ۱۰ و ۳/۵ درصد نسبت به تیمار شاهد دیده شد. در شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر رقم‌های زاغ سفید یزد و زاغ ترش یزد کم‌ترین درصد ریزش برگ را نسبت به تیمار شاهد نشان دادند (به ترتیب ۱۰ و ۳ درصد). با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن، در تمامی رقم‌های مورد مطالعه درصد برگ‌های ریزش یافته افزایش یافت. به‌طوری‌که به ترتیب بیش‌ترین درصد ریزش برگ در غلظت‌های ۱۲، ۹، ۶ و ۳ دسی‌زیمنس بر متر و در رقم‌های ملس طوق پیشبوا، ملس اصفهان، ملس ساوه و زاغ ترش یزد دیده شد. کاهش شدید تعداد برگ در این ارقام سطح فتوسنتزکننده گیاه را به شدت با کاهش مواجهه کرد که این امر می‌تواند دلیل دیگری بر کاهش خصوصیات رشدی گیاه در ارقام حساس به تنش شوری باشد. نتایج حاصل از این پژوهش با یافته‌های Momenpour et al. (2015)، که افزایش معنی‌دار ریزش برگ در ارقام بادام در شوری‌های ۷/۳ و ۹/۸ دسی‌زیمنس بر متر کلرید سدیم در آب آبیاری نشان دادند، مطابقت دارد. در موافقت با یافته‌های این پژوهش Khoshbakht et al. (2015) گزارش کردند که با افزایش نمک کلرید سدیم در آب آبیاری، افزایش معنی‌دار درصد ریزش برگ دو پایه مرکبات (بکرایی و نارنج سه برگ) اتفاق افتاد.

وزن تر و خشک شاخساره

اثر ساده شوری، رقم در سطح احتمال یک درصد بر وزن تر و خشک شاخساره معنی‌دار شد، اما اثر متقابل تیمار شوری و رقم بر وزن تر و خشک شاخساره معنی‌دار نشد (جدول ۵). با افزایش غلظت کلرید سدیم در آب آبیاری وزن تر و خشک شاخساره کاهش یافت (جدول ۷). به طوری که وزن تر شاخساره در شوری‌های ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۲۹۰/۶۲، ۲۲۳/۷۵ و ۱۶۵/۳۲ گرم بود که نسبت به شاهد به ترتیب ۱۲/۸، ۳۲/۸ و ۵۰/۴ درصد کاهش نشان داد. در شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر تر شاخساره ۳۸۸/۸۰ گرم بود که ۱۴/۲ درصد نسبت به گیاهان شاهد افزایش نشان داد. رقم‌های گبری یزد، گبری ترش یزد، ملس ساوه و زاغ سفید یزد به ترتیب با میانگین‌های ۳۵۴/۵۳، ۳۰۱/۳۳، ۲۸۶/۴۶ و ۲۸۱/۱۸ گرم بیش‌ترین و رقم‌های زاغ ترش یزد، ملس اصفهان و ملس طوق پیشوا به ترتیب با میانگین‌های ۲۴۱/۹۳، ۲۴۸/۰۸ و ۲۵۳/۵۱ گرم کم‌ترین وزن تر شاخساره را نشان دادند (جدول ۸).

وزن خشک شاخساره در شوری‌های ۶، ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۱۴۰/۲۴، ۱۱۳/۰۳ و ۱۱۶/۳۲ گرم بود که ۲۰/۲، ۳۵/۷ و ۵۰/۵ درصد نسبت به گیاهان شاهد کاهش داشت. همانند وزن تر، در شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر وزن خشک شاخساره (۱۱/۵ درصد) نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافت (جدول ۷). رقم‌های گبری یزد، گبری ترش یزد، ملس ساوه و زاغ سفید یزد به ترتیب با میانگین‌های ۱۷۲/۷۷، ۱۵۹/۸۳، ۱۴۶/۰۴ و ۱۴۲/۸۷ گرم بیش‌ترین و رقم‌های زاغ ترش یزد و ملس اصفهان به ترتیب با میانگین‌های ۱۲۱/۴۵ و ۱۲۲/۴۴ گرم کم‌ترین وزن خشک شاخساره را به خود اختصاص دادند (جدول ۸).

این نتایج حاکی از آن است که رقم گبری یزد و بعد از آن رقم‌های گبری ترش یزد، ملس ساوه و زاغ سفید یزد در شرایط اعمال تنش شوری خصوصیات رشدی خود را بهتر حفظ کرده و تحمل آنها نسبت به تنش شوری از سایر رقم‌های مورد بررسی بیشتر بوده است. با افزایش شوری، میزان آب سلول‌های برگ کاهش می‌یابد که این امر، کاهش سرعت طویل شدن و تقسیم شدن سلول‌ها، کوچک‌تر شدن اندازه برگ‌ها و

کاهش سطح آن‌ها و در نتیجه کاهش وزن خشک برگ را به همراه دارد (Munns, 2002). نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج دیگر محققین مبنی بر کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه زیتون (ارقام میشن و زرد) با افزایش سطح شوری از ۴ به ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر مطابقت دارد (Seilsepour *et al.*, 2016). در موافقت با یافته‌های این پژوهش، Shirdeli & Tahmasebi (2013) گزارش کردند که در شوری ۲ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر افزایش وزن تر پاجوش انار اتفاق افتاد، در حالی که در شوری‌های ۶، ۸ و ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر کاهش معنی‌دار وزن تر پاجوش انار مشاهده گردید. همچنین محققین گزارش کردند که در رقم انار ملس شیرین متحمل به نمک، با افزایش شوری سرعت رشد رویشی ابتدا افزایش و در سطوح بالاتر از آن کاهش یافت، اما در ارقام حساس به نمک، با افزایش شوری خصوصیات رشدی گیاهان پیوسته کاهش می‌یابد (Munns & Tester, 2008). بنا به عقیده محققان گیاهان متحمل به شوری به ویژه گونه‌های دائمی، قابلیت بیشتری برای زنده ماندن و حفظ سرعت رشد در شرایط تنش شوری داشته و اختلاف رشد می‌تواند به عنوان یک شاخص تحمل به شوری در نظر گرفته شود (Ferreira-Silva *et al.*, 2008). در پژوهش حاضر در شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر وزن تر و خشک اندکی افزایش یافت اما پس از آن با افزایش سطح شوری آب آبیاری، هر دو پارامتر روند کاهش را در پیش گرفت.

تعداد شاخه فرعی

اثر ساده شوری در سطح احتمال یک درصد و اثر ساده رقم در سطح احتمال پنج درصد بر تعداد شاخه فرعی معنی‌دار شد، اما اثر متقابل تیمار شوری و رقم بر افزایش تعداد شاخه فرعی معنی‌دار نشد (جدول ۵). تعداد شاخه فرعی با افزایش شوری کاهش یافت (جدول ۷). به طوری که در تیمار شاهد و ۳ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب تعداد ۱/۷۵ و ۲ عدد شاخه اصلی و در تیمار ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر تعداد ۱/۵۸ شاخه اصلی مشاهده شد. نتایج نشان داد که در تیمار ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر، نسبت به تیمار شاهد و ۳

شاخص کلروفیل برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۵) نشان داد اثر رقم و اثر متقابل تیمارهای شوری و رقم روی شاخص کلروفیل در پایان تنش در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد در حالی‌که اثر تیمار شوری روی شاخص کلروفیل برگ در پایان تنش در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. شاخص کلروفیل در پایان دوره تنش در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در رقم‌های ملس ساوه، زاغ سفید یزد و ملس اصفهان به ترتیب ۴۸/۵۷، ۵۰/۴۷ و ۴۹/۴ بود که ۱۳/۴، ۸ و ۵/۳ درصد کاهش را نسبت به تیمار شاهد نشان داد، در حالی‌که در رقم‌های زاغ ترش یزد و رباب قرمز شیراز به ترتیب ۵۷/۷ و ۵۱/۸۳ بود که ۱۰/۵ و ۶/۲ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد. در شوری ۹ دسی‌زیمنس بر متر در رقم‌های گبری ترش یزد، زاغ سفید یزد، ملس اصفهان، ملس ساوه و گبری یزد، شاخص کلروفیل برگ به ترتیب با میانگین‌های ۴۳/۰۳، ۴۷/۲، ۴۷/۳۷، ۵۳/۴ و ۴۶/۳۷ دیده شد که ۱۶/۷، ۱۳/۴، ۹/۲، ۴/۷ و ۴/۲ درصد کاهش را نسبت به تیمار شاهد نشان داد.

دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۹/۷ و ۲۱ درصد تعداد شاخه فرعی کاهش یافت (جدول ۷). تعداد شاخه فرعی در رقم‌های ملس ساوه، رباب قرمز شیراز و گبری ترش یزد به ترتیب بیش‌ترین و در رقم‌های ملس طوق پیشوا و زاغ سفید یزد کم‌ترین مقدار بود (جدول ۸). طبق نتایج افزایش غلظت کلرید سدیم ابتدا باعث افزایش تعداد شاخه فرعی گردید، اما در شوری‌های بالاتر تعداد آن را کاهش داد.

تحقیقات قبلی نشان داد که افزایش غلظت شوری، کاهش طول شاخه و رشد رویشی در انار رقم واندر فول را به همراه داشت (Mastrogiannidou *et al.*, 2016). همچنین گزارش شد بیش‌ترین رشد رویشی شاخه انار در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر اتفاق افتاد که از نظر آماری با شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری نداشت (Shirdeli & Tahmasebi, 2013). نتایج این پژوهش نشان داد که ارقام مختلف انار در شوری‌های ۳ و ۶ دسی‌زیمنس بر متر خصوصیات رشدی خود را بهتر حفظ کرده و از قدرت رشدی بیش‌تری نسبت به شوری‌های ۹ و ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر برخوردار بودند.

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر شوری بر برخی صفات رویشی قلمه‌های ریشه دار شده انار در منطقه اصفهان.
Table 7. Mean comparison effect of salinity on some vegetative traits of pomegranate rooted cuttings of in Esfahan region.

Salinity (ds/m)	Branches number	Shoot dry weight (g)	Shoots fresh weight (g)
0	1.75 ^{ab}	175.80 ^a	333.45 ^{ab}
3	2.0 ^a	198.59 ^a	388.8 ^a
6	2.04 ^{ab}	140.24 ^b	290.62 ^b
9	1.91 ^{ab}	113.03 ^{bc}	223.75 ^c
12	1.58 ^b	86.93 ^c	165.32 ^d

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.
Means within a column followed by the same letter are not significantly difference at $p < 0.05$.

جدول ۸. مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و رقم بر وزن تر و خشک شاخساره و تعداد شاخه‌های فرعی در قلمه‌های ریشه‌دار شده انار در منطقه اصفهان.

Table 8. Mean comparison interaction effect of salinity and cultivar on shoot dry and fresh weight of pomegranate rooted cuttings in Esfahan region.

Cultivars	Branches number	Shoots dry weight (g)	Shoots fresh weight (g)
Zaqe-Sefid-Yazd	1.66 ^a	142.87 ^{ab}	281.18 ^{ab}
Malas-Toq-Pishva	1.53 ^a	132.01 ^{ab}	253.51 ^b
Malas-Esfahan	2.00 ^a	122.44 ^b	248.08 ^b
Zaq-Torsh-Yazd	1.73 ^a	121.45 ^b	241.93 ^b
Gabry-Yazd	1.80 ^a	172.77 ^a	354.53 ^a
Malas-Saveh	2.20 ^a	146.04 ^{ab}	286.46 ^{ab}
Rabab-Qarmez-Shiraz	2.20 ^a	142.95 ^{ab}	275.87 ^b
Gabry-Torosh-Yazd	2.06 ^a	159.83 ^{ab}	301.33 ^{ab}

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.
Means within a column followed by the same letter are not significantly difference at $p < 0.05$.

شد. با افزایش کلرید سدیم در آب آبیاری درصد نکرروز برگ در پایان تنش در بین رقم‌های بررسی شده، افزایش یافت (جدول ۶). میزان نکرروز برگ در پایان تنش شوری، در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در رقم‌های ملس ساوه، گبری یزد، گبری ترش یزد، ملس طوق پیشبوا، رباب قرمز شیراز، زاغ سفید یزد، زاغ ترش یزد، و ملس اصفهان به ترتیب ۶۶/۶، ۶۳، ۶۲، ۵۶/۵، ۴۳، ۴۰/۷، ۳۶/۳ و ۱۲ درصد افزایش را نسبت به تیمار شاهد نشان داد. رقم‌های ملس ساوه، گبری ترش یزد، گبری یزد، ملس طوق پیشبوا، زاغ ترش یزد، رباب قرمز شیراز، زاغ سفید یزد و ملس اصفهان در شوری ۹ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۶۵/۵، ۵۹، ۵۹، ۵۹، ۵۰، ۴۳، ۲۷ و ۲۴ درصد افزایش را نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. در تیمار شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر رقم‌های ملس ساوه، گبری یزد، گبری ترش یزد، رباب قرمز شیراز، ملس طوق پیشبوا، زاغ سفید یزد، زاغ ترش یزد و ملس اصفهان به ترتیب ۶۲، ۵۹، ۵۵، ۴۱، ۳۷، ۳۶، ۲۴ و ۱۸ درصد افزایش را نسبت به تیمار شاهد داشتند. افزایش ۵۴، ۵۲، ۳۷، ۳۷، ۳۴ و ۲۷ درصدی نسبت به تیمار شاهد به ترتیب در نکرروز برگ رقم‌های گبری یزد، ملس ساوه، گبری ترش یزد، ملس طوق پیشبوا، رباب قرمز شیراز و زاغ سفید یزد در شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر اتفاق افتاد. در همین سطح شوری رقم‌های زاغ ترش یزد و ملس اصفهان در شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر هیچ گونه افزایشی را در میزان نکرروز برگ نسبت به شاهد نشان ندادند.

طبق نتایج حاصله با افزایش غلظت کلرید سدیم در آب آبیاری، نکرروز برگ در اواسط و پایان تنش افزایش یافت. این نتایج با یافته‌های دیگر محققان، که با افزایش غلظت شوری در آب آبیاری، نکرروز برگ افزایش یافته مطابقت دارد (Momenpour et al., 2015). با افزایش سطح شوری نکرروز برگ در رقم‌های ملس اصفهان، زاغ ترش یزد، زاغ سفید یزد و رباب قرمز شیراز نسبت به سایر رقم‌ها افزایش کمتری داشت.

غلظت سدیم و کلر برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر ساده شوری، رقم و اثر متقابل تیمارهای شوری و رقم در سطح

شاخص کلروفیل در این سطح شوری در رقم‌های زاغ ترش یزد و رباب قرمز شیراز به ترتیب ۵۷/۳ و ۵۲/۲ بود که ۱۰ و ۷ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت. شاخص کلروفیل در شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر در رقم‌های ملس ساوه، رباب قرمز شیراز، زاغ سفید یزد و ملس طوق پیشبوا به ترتیب ۴۹/۲۷، ۴۵/۵۳ و ۵۳/۱۳ بود که ۱۲، ۶/۲، ۳ و ۰/۳ درصد کاهش را نسبت به تیمار شاهد داشت و در رقم زاغ ترش یزد، ۵۶/۶ بود که معادل ۸/۸ درصد افزایش را نسبت به تیمار شاهد نشان داد. در شوری ۳ دسی‌زیمنس بر متر رقم‌های ملس ساوه، ملس اصفهان، گبری ترش یزد، ملس طوق پیشبوا و زاغ سفید یزد به ترتیب میانگین شاخص کلروفیلی برابر با ۵۰/۸، ۵۰/۲۷، ۵۰/۲۷، ۵۳، ۵۴/۳۳ را نشان دادند که ۹/۴، ۳/۷، ۳ و ۱/۴ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داشتند. در رقم‌های رباب قرمز شیراز، زاغ ترش یزد و گبری یزد، شاخص کلروفیل برابر با ۵۴/۶، ۵۵/۷ و ۵۲ بود که به ترتیب افزایش ۱۱، ۷/۳ و ۷ درصدی را نسبت به تیمار شاهد در پایان تنش نشان داد.

طبق نتایج به دست آمده تحت شرایط تنش شوری، رقم‌های ملس ساوه، زاغ سفید یزد، ملس اصفهان و ملس طوق پیشبوا کمترین شاخص کلروفیل برگ و رقم‌های زاغ ترش یزد، رباب قرمز شیراز، گبری یزد و گبری ترش یزد بیشترین شاخص کلروفیل برگ را در کلیه سطوح شوری نشان دادند. محققین گزارش کردند، گیاهانی که با کلرید سدیم ۴/۸ گرم در لیتر (۹/۸ دسی‌زیمنس بر متر) تیمار شده بودند کمترین میزان شاخص کلروفیل برگ در بادام را نشان دادند (Momenpour et al., 2015). در تنش شوری، اختلالاتی در جذب عناصری مثل منیزیم و آهن که در ساخت کلروفیل نقش اساسی دارند، اتفاق می‌افتد و با کاهش جذب آنها سنتز کلروفیل و در نتیجه فتوسنتز گیاه کاهش می‌یابد (Munns, 2002).

نکرروز برگ در پایان دوره تنش شوری

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۵) نشان داد که اثر متقابل تیمارهای شوری و رقم روی نکرروز برگ در سطح احتمال پنج درصد در پایان دوره تنش معنی‌دار

حساس متمایز می‌شوند (Fernández, 2014; Munns, 2002). در این پژوهش رقم‌های ملس طوق پیشبوا و زاغ سفید یزد کم‌ترین غلظت سدیم و کلر برگ را در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر نشان دادند.

جدول ۹. نتایج تجزیه واریانس اثر شوری و رقم بر میزان کلر و

سدیم برگ قلمه‌های ریشه‌دار شده انار در منطقه اصفهان.

Table 9. Results of variance analysis effect of salinity and cultivar on leaf sodium and chlorine content of pomegranate rooted cuttings in Esfahan region.

Source of variation	df	Mean of squares	
		Cl	Na
Block	2	289.19**	1647.40 ^{ns}
Salinity	1	39749.2**	869023.46**
Cultivar	7	605.8**	11565.45**
Salinity × Cultivars	7	552.55**	11392.01**
Eerror	30	60.53	603.956
C.V%		16.8	17.6

*, **, ns: Significant difference at 5 and 1% of probability level and non-significantly difference, respectively.

جدول ۱۰. مقایسه میانگین اثر شوری و رقم بر میزان سدیم و کلر برگ در قلمه‌های ریشه‌دار شده انار در منطقه اصفهان.

Table 10. Mean comparison interaction effect of salinity and cultivar on leaf sodium and chlorine content of pomegranate rooted cuttings in Esfahan region.

Cultivars	Salinity		
	(ds/m)	Na (mg/kg)	Cl (mg/kg)
Zaqe-Sefid-Yazd	0	4.85 ^c	18.12 ^f
	12	198.88 ^c	59.82 ^{df}
Malas-Toq-Pishva	0	3.73 ^c	15.07 ^f
	12	141.49 ^d	46.72 ^c
Malas-Esfahan	0	3.37 ^c	17.61 ^f
	12	235.36 ^c	68.30 ^{cd}
Zaq-Torsh-Yazd	0	4.37 ^c	17.20 ^f
	12	292.72 ^b	75.91 ^{bc}
Gabry-Yazd	0	3.99 ^c	17.30 ^f
	12	323.15 ^b	78.44 ^{bc}
Malas-Saveh	0	3.97 ^c	16.24 ^f
	12	418.50 ^a	112.85 ^a
Rabab-Qarmez-Shiraz	0	3.73 ^c	16.88 ^f
	12	240.43 ^c	71.49 ^{cd}
Gabry-Torosh-Yazd	0	7.24 ^c	21.67 ^f
	12	337.95 ^b	78.01 ^b

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Means within a column followed by the same letter are not significantly difference at $p < 0.05$.

نتیجه‌گیری کلی

با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن در آب آبیاری، شاخص‌های رشد رویشی نهال‌های انار شامل ارتفاع و قطر گیاه، وزن تر و خشک شاخساره، تعداد شاخه‌های اصلی و فرعی، طول شاخه فرعی و شاخص کلروفیل برگ

احتمال یک درصد بر مقدار سدیم و کلر برگ معنی‌دار شد (جدول ۹). بیش‌ترین غلظت کلر برگ در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر در رقم‌های ملس ساوه، گبری ترش یزد و گبری یزد به ترتیب با میانگین‌های ۱۱۲/۸۵، ۸۷/۰۱ و ۷۸/۴۴ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد (جدول ۱۰). کم‌ترین غلظت کلر برگ نیز در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر در رقم‌های ملس طوق پیشبوا و زاغ سفید یزد به ترتیب با میانگین‌های ۴۶/۷۲ و ۵۹/۸۲ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد. در همین سطح شوری بیش‌ترین میزان سدیم برگ در رقم‌های ملس ساوه، گبری ترش یزد و گبری یزد به ترتیب با میانگین‌های ۴۱۸/۵۰، ۳۳۷/۹۵ و ۳۲۳/۱۵ میلی‌گرم در کیلوگرم را داشت. رقم‌های ملس طوق پیشبوا و زاغ سفید یزد در شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب با میانگین‌های ۱۴۱/۴۹ و ۱۹۸/۸۸ میلی‌گرم در کیلوگرم کم‌ترین غلظت سدیم برگ را نشان دادند. با افزایش غلظت شوری، تجمع یون‌های کلر و سدیم در برگ ارقام انار افزایش یافت، ولی تجمع این یون‌ها در برگ رقم‌های ملس طوق پیشبوا و زاغ سفید یزد در سطح شوری ۱۲ دسی‌زیمنس برمتر در مقایسه با سایر ارقام کمتر بوده است.

این نتایج با یافته‌های دیگر محققان که تجمع یون‌های کلر و سدیم برگ در انار با افزایش غلظت کلرید سدیم در آب آبیاری مشاهده کردند، مطابقت دارد (Mastrogiannidou *et al.*, 2016; Karimi & Hasanpour, 2014). در زیتون نیز تجمع یون سدیم در ریشه‌ها و مهار انتقال سدیم به برگ‌ها به عنوان سازوکار مؤثر برای غلبه بر شوری در محیط خاک شناخته شده است (Chartzoulakis, 2005). محققین گزارش کردند که در رقم‌های حساس به شوری انجیر در سطوح بالای شوری، سدیم به بخش هوایی منتقل و در برگ‌ها تجمع و موجب بروز نشانه‌های سمیت می‌شود (Zarei *et al.*, 2016). تفاوت‌های ژنتیکی بین گونه‌ها و رقم‌ها در محدود کردن جذب سدیم و کلر از خاک، یا کاهش انتقال یون به آوند چوبی، عامل مهمی در کاهش تجمع آن یون‌ها در برگ است (Munns & Tester, 2008). گیاهان متحمل به شوری با انتقال دادن کمتر سدیم و کلر به بخش هوایی از گیاهان

در اواسط و پایان تنش در تمام رقم‌های مطالعه شده، کاهش یافتند، در مقابل میزان نکرز برگ در اواسط و پایان تنش، تعداد ریزش برگ و نیز تجمع یون‌های کلر و سدیم برگ افزایش یافتند. درصد کاهش ویژگی‌های رویشی و هم‌ینطور میزان نکرز برگ، و تجمع عناصر سدیم و کلر برگ بطور معنی‌داری وابسته به رقم انار بود.

به‌طور کلی رقم‌های گبری یزد و زاغ سفید یزد تحمل بیشتری به سطوح مختلف شوری نشان دادند. این رقم‌ها به خوبی توانستند تا شوری ۳ و ۶ دسی‌زیمنس برمتر را تحمل و کاهش رشد رویشی کمی را نشان دهند. رقم ملس اصفهان تحمل کم‌تری به سطوح مختلف شوری در مقایسه با سایر ارقام مطالعه شده انار نشان داد.

REFERECNES

- Ahmad, M.S., Ashraf, M. & Ali, Q. (2010). Soil salinity as a selection pressure is a key determinant for the evolution of salt tolerance in blue panic grass (*Panicum antidotale* Retz.). *Flora*, 205, 37-45.
- Allakhverdiev, S.I., Sakamoto, A., Nishiyama, Y., Inaba, M. & Murata, N. (2000). Ionic and osmotic effects of NaCl-inactivation of photosystems I and II in *Synechococcus spp.* *Journal of Plant Physiology*, 123, 1047-1056.
- Anonymous. (2013). *Land survey studies and the strategic document of development of Isfahan province*. Environmental Assessment of Territory. 672 pages. Esfahan. (in Farsi).
- Anonymous. Ministry of Energy. (2015). Office of planning for water and water resources of the ministry of energy. Iran Water Statistical Yearbook 2011-2012 from <http://www.moe.gov.ir>. (in Farsi)
- Ashraf, M. & Harris, P.J.C. (2005). *Abiotic stresses: Plant resistance through breeding and molecular approaches*. Haworth Press, New York.
- Chartzoulakis, K. (2005). Salinity and olive: growth, salt tolerance, photosynthesis and yield. *Agricultural Water Management*, 78, 108-121.
- Doulati Baneh, H. (2016). Salinity effects on plant tissue nutritional status as well as growth and physiological factors in some cultivars and interspecies hybrids of grape. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 47(1), 33- 44. (in Farsi).
- El-Agamy, S.Z., Mostafa, R.A.A., Shaaban, M.M. & El-Mahdy, M.T. (2010). *In vitro* salt and drought tolerance of Manfalouty and Nab El-gamal pomegranate cultivars. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4 (6), 1076-1082.
- El-Khawaga, A., Zaeneldeen, S.E.M. & Youssef, M.A. (2013). Comparative responses of three pomegranates (*Punica granatum* L.) varieties to salinity. In: *Proceedings of Basic and Applied Sciences*. 454-469.
- Fernández, J. (2014). Understanding olive adaptation to abiotic stresses as a tool to increase crop performance. *Environmental and Experimental Botany*, 103, 158-179.
- Ferreira-Silva, S.L., Silveira, J., Voigt, E., Soares, L. & Viegas, R. (2008). Changes in physiological indicators associated with salt tolerance in two contrasting cashew rootstocks. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 20(1), 51-59.
- Jafari R. & Bakhshandehmeh L. (2014). Analyzing the spatial variations of ground water salinity and alkalinity in Isfahan province using geostatistics. *Journal of Water and Soil Science*, 18(68), 183-195. (in Farsi).
- Kafi, M. & Khan, M.A. (2008). *Crop and forage production using saline waters*. Daya Publishers, New Delhi, India. (in Farsi)
- Karimi, H. R. & Hasanpour, Z. (2014). Effects of salinity and water stress on growth and macro nutrients concentration of pomegranate (*Punica granatum* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 37, 1937-1951.
- Khan, M.A. (2001). Experimental assessment of salinity tolerance of *Ceriops tagal* seedlings and saplings from the Indus delta, Pakistan. *Aquatic Botany*, 70, 259-268.
- Khoshbakht, D., Mirzaei, M. & Ramin, A.A. (2015). Effects of salinity stress on gas exchange, Growth, and nutrient concentrations of two citrus rootstocks. *Journal of Crop Production and Processing*, 4 (14), 35-47. (in Farsi).
- Koyro, H.W., Hussain, T., Huchzermeyer, B. & Ajmal Khan, M. (2013). Photosynthetic and growth responses of a perennial halophytic grass *Panicum turgidum* to increasing NaCl concentrations. *Environmental and Experimental Botany*, 91, 22e29.
- Leshm, O., Galeshi, S. & McKerry, B. (2011). *Stress and its management in plants*. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (in Farsi)
- Mahmoodi, F., Jafari, R., Karimzadeh, H.R. & Ramezani, N. (2015). Soil salinity mapping using satellite TM and field data in Southeastern Isfahan. *Journal of Water and Soil Science*, 19 (71), 31-45. (in Farsi).

20. Malakouti, M.J. & Homae, M. (2004). *Soil fertility of arid and semi-arid regions difficulties and solutions*. Tarbiat Modares University, Tehran. 518p. (in Farsi).
21. Mastrogiannidou E., Chatzissavvidis C., Antonopoulou C., Tsabardoukas V., Giannakoula A. & Therios I. (2016). Response of pomegranate cv. wonderful plants to salinity. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 16 (3), 621-636.
22. Momenpour, A., Bakhshi, D., Imani, A. & Rezaie, H. (2015). Effect of salinity stress on growth characteristics and concentrations of nutrition elements in almond 'Shahrood 12', 'Touno' cultivars and '1-16' genotype budded on GF677 rootstock. *Journal of Agriculture*, 17(1), 197-216. (in Farsi).
23. Moneni, A. (2010). Geographic distribution and salinity levels of Iranian soil resources. *Iranian Journal of Soil Research*, 24(3), 203-215. (in Farsi).
24. Munns, R. & Tester M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651-681.
25. Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environment*, 25, 239-250.
26. Nie, Q.J., Wang, Z.G., Ren, Z.B. & Huang, D.Z. (2011). Effect of salt stress on the physiological and photosynthetic characteristics of *Weigela florida*. *Frontiers of Agriculture in China*, 5, 655-661.
27. Okhovatian-Ardakani, A.R., Mehrabani, M., Dehghani, F. & Akbarzadeh, A. (2010). Salt tolerance evaluation and relative comparison in cuttings of different pomegranate cultivars. *Plant Soil Environs*, 56 (4), 176-185.
28. Seilsepour, M., Golchin, A. & Roozban, M.R. (2016). Evaluation of salt tolerance in two olive rootstocks based on growth characteristics and regression analysis to salinity. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 6(2), 83-100. (in Farsi).
29. Shirdeli, A. & Tahmasebi, A. (2013). The Effect of salinity of irrigation water and application of nitrogen on resistance, yield and water use efficiency of Pomegranate. *Journal of Irrigation Science and Engineering*, 36, 33-44. (in Farsi).
30. Sudhir, P. & Murthy, S.D.S. (2004). Effects of salt stress on basic processes of photosynthesis. *Photosynthetica*, 42, 481-486.
31. Zarei, M., Azizi, M., Rahemi, M. & Tehranifar, A. (2016). Assessment of salinity tolerance of three fig cultivars based on growth and physiological factors and ions distribution. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 17 (2), 247-260. (in Farsi).