نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۸۰-۷۰
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 70-80
ISSN: 2008 - 4730

بررسی تحمل به شوری دانهال‌های ارقام تجاری و ژنوتیپ‌های محلی پسته (*Pistacia vera* L.) منطقه رفسنجان در شرایط کنترل شده

حمید علی پور[۱]- محمد کافی[۲*]- احمد نظامی[۳]- امیر حسین محمدی[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۰۸

چکیده

در ایران عمده اراضی زیرکشت پسته در حاشیه کویر قرار دارد و یکی از مشکلات عمده این اراضی شوری خاک و آب آبیاری است که رشد و عملکرد گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در این تحقیق اثرات شوری روی خصوصیات رشدی و مقدار عناصر معدنی دانهال‌های ۱۰ رقم پسته (اکبری، احمدآقایی، کله قوچی، فندقی، بادامی، ابراهیمی، سیف الدینی و ژنوتیپ‌های G1، G2 وG3) به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مطالعه شد. عامل اصلی مقادیرشوری آب آبیاری (۰/۶، ۱۵ و ۳۰ دسی زیمنس بر متر) با استفاده از نمک کلرور سدیم و عامل فرعی ارقام پسته بود. بذور پس از جوانه‌زنی در آزمایشگاه به داخل گلدان در گلخانه منتقل شدند و بعد از مرحله سه برگی، تیمارهای شوری به مدت چهارماه اعمال گردید. نتایج نشان داد با افزایش شوری وزن خشک ساقه و ریشه، طول نهال، وزن خشک برگ، تعداد برگ، سطح برگ و قطر نهال کاهش داشت. با افزایش شوری، میزان عناصر سدیم و کلسیم در ریشه، ساقه و برگ افزایش و نسبت پتاسیم به سدیم در این اندام‌ها کاهش یافت. ارقام فندقی و کله قوچی بیشترین و ژنوتیپ‌هایG1 و G3 دارای کمترین میزان سدیم برگ بودند. ژنوتیپ G2 بیشترین میزان (۳ درصد) و رقم کله قوچی کمترین میزان (۱/۴ درصد) پتاسیم برگ را دارا بودند. به طورکلی ژنوتیپ‌های محلی پسته (G1، G2 و G3) جذب و انتقال سدیم کمتری را به برگ انجام دادند، به طوریکه ژنوتیپ G3 دارای بیشترین سدیم ریشه و کمترین سدیم ساقه و برگ بود. ژنوتیپG2 و رقم احمدآقایی به ترتیب با مقادیر ۷/۸ و ۶/۳ بیشترین نسبت پتاسیم به سدیم در برگ و رقم کله‌قوچی کمترین نسبت (۳/۹) را داشت. به نظرمی‌رسد ارقام کله قوچی، فندقی و اکبری در مراحل اولیه رشد نسبتا حساس و ژنوتیپ‌های G1، G2 وG3 و رقم احمدآقایی نسبتا متحمل به شوری باشند. ارقام بادامی، ابراهیمی و سیف الدینی از نظر تحمل به شوری در حد متوسط بودند.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات رشدی، کلرور سدیم، نسبت پتاسیم به سدیم

مقدمه

شوری و سدیمی بودن خاک از مهمترین مشکلات کشاورزی در نواحی خشک و نیمه‌خشک است و از این رو کشاورزی ایران تحت تأثیر شوری خاک قراردارد (۴ و ۲۳). علاوه بر این شور شدن تدریجی آب و خاک در مناطق پسته‌کاری مسئله‌ای است که لزوم داشتن پایه های مقاوم به شوری را ضروری می‌سازد. پایه در انتقال آب و عناصر معدنی و تولید اقتصادی محصول نقش اجتناب‌ناپذیری دارد و با شناسایی پایه مقاوم به شوری امکان توسعه‌ی کشت پسته در مناطقی که با شوری آب و خاک مواجه هستند مهیا می‌شود (۲).

اگر چه در مطالعات انجام شده مشخص شده که پسته گیاهی متحمل به شوری بوده ولی میزان عملکرد این گیاه در شوری‌های بالا به شدت تحت تاثیر قرار می‌گیرد (۱۸ و ۱). تحقیق روی درختان پسته (ارقام فندقی و بادامی) نشان داده که شوری سبب کاهش رشد شده است (۱۹). سپاسخواه و مفتون (۲۶) در آزمایش گلخانه‌ای نشان دادند که رقم اوحدی در مقایسه با ارقام بادامی و کله‌قوچی نسبت به نمک حساس‌تر است، بطوری‌که رشد قسمت‌های هوایی و ریشه در رقم بادامی به ترتیب در شوری عصاره اشباع ۱۸/۷، ۲۰/۶ دسی زیمنس بر متر، در رقم کله‌قوچی در عصاره اشباع ۱۹/۲ و ۲۰/۴ دسی زیمنس بر متر و دررقم اوحدی در شوری عصاره اشباع ۱۵/۹ و ۱۵/۵ دسی زیمنس بر متر متوقف شد (۲۱). مطالعات گلخانه‌ای توسط

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری و استادان دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: m.kafi@um.ac.ir)
۴- استادیار، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده پسته، رفسنجان
DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.42260

ابطحی و کریمیان (۱) نشان داد کـه افـزایش سـطح شـوری موجـب کاهش رشد گیاه پسته گردیده و میزان رشد ساقه و برگ تواماً کاهش یافت ولی برگ حساسیت بیشتری نسبت به شوری داشت.

برخی از محققـان (۳، ۵ و ۲۰) بـا کاشـت نهـال‌هـای پسـته در محیط شور، گزارش کردند که با افـزایش شـوری، غلظـت سـدیم در اندام‌های هوایی افزایش یافته و همبستگی معنی‌دار منفی بین میـزان سدیم در محلول خاک و رشد هوایی نهال‌های پسته وجود دارد. سدیم علاوه بر ایجاد سمیت می‌تواند به طور مسـتقیم بـا بهـم زدن تعـادل عناصر غذایی و ساختمان فیزیکی خاک روی رشد گیاه تاثیرگذار باشد. زیادی سدیم می‌تواند باعث کمبود کلسیم، پتاسیم و منیزیم شـود و از طرفی همچنین زیادی نسبت سدیم به غلظت کلسیم به شدت سرعت نفوذپذیری خاک را کاهش می‌دهد که خود باعث تهویه ضـعیف مـی شود (۶ و ۷).

پیکچـونی و همکـاران (۲۱) دو گونـه *P. Atlantica* و *P. terebinthus* و یک هیبریـد از تلاقـی IIP. atlantica ×p.Gold را به مدت ۱۲ هفته تحت تاثیر سطوح شوری قرار داده و مشاهده کردند که درشوری ۱۲/۶ دسی زیمنس بر متر، رشد در هر سه نمونـه مـورد مطالعه نسبت به شاهد ۳۳ درصد کاهش داشت. با وجود این Gold II درشوری‌های بالا (۱۲دسی زیمنس بر متر) رشد بیشتری نسبت به دو گونه‌ی دیگر داشت (۲۱).

محمد خانی (۱۶) اثر غلظت‌های صفر تـا ۶۰ میلـی‌مـولار کلریـد سدیم را در رشد ارقام پسته بادامی ریز، قزوینی، سرخس و بنه بررسی نمود و مشاهده کرد که ماده خشک کل گیـاه، مـاده خشـک ریشـه و ارتفاع ساقه به طور معنی‌داری تحت تاثیر اثـر متقابـل شـوری و رقـم قرار گرفتند، درصورتی که این اثر بر تعداد برگ، ماده خشـک بـرگ و ساقه معنی‌دار نبود.

علی پور وحسینی فرد (۲) با بررسی ۳۲ رقم پسته ماده موجـود در کلکسیون مؤسسه تحقیقات پسته کشور و ۲۷ ژنوتیـپ نـر از منـاطق کرمان، رفسنجان، سیرجان و شهربابک و انجام تلاقی‌های مصـنوعی بین ۳۲ رقم ماده با یک ژنوتیپ نر و ۲۷ ژنوتیپ نر با رقم ماده فندقی و انجام آزمـون شـوری مشـاهده کردنـد کـه ارقـام مـاده ابراهیمـی، سیریزی، جندقی، پوسـت کاغـذی، فنـدقی ۴۸، بـادامی زرنـد، سـیف الدینی و سـرخس وژنوتیـپ‌هـای نـرM_{26}, M_{25}, M_{23}, M_{21}, M_{16} و M_{27}دارای مقاومت نسبی به شوری می‌باشند.

علیرغم انجام مطالعات متعـدد در زمینـه تحمـل ارقـام پسـته بـه شوری، در مورد تحمل به شوری ارقـام و ژنوتیـپ‌هـای بـومی پسـته (شناسایی شده در مناطق پسته‌کاری با شـرایط آب و خـاک شـور) و مقایسه آنها با ارقـام تجـاری پسـته، اطلاعـات چنـدانی در دسـترس نیست، لذا این آزمایش به منظور انجام این مقایسه اجراء شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت کرت‌های خرد شـده در قالـب طـرح پایـه بلوک‌های کامل تصادفی در سـه تکـرار در موسسـه تحقیقـات پسـته رفسنجان در سال ۱۳۹۲ اجراء شد. فاکتور اصلی مقادیر شوری در سه سطح (۰/۶، ۱۵ و ۳۰ دسی زیمنس بر متـر) و فـاکتور فرعـی شـامل هفت رقم تجاری (اکبری، احمدآقایی، کلـه قـوچی، فنـدقی، بـادامی، ابراهیمی، سیف الدینی) و سه ژنوتیپ محلـی پسـته (G1، G2 وG3) بودند. این ژنوتیپ‌ها مربوط به منطقه رفسنجان بوده ودرباغاتی که در اثر تنش شوری رها شده و این سـه ژنوتیـپ همچنـان فعـال و زنـده بودند، شناسایی شدند.

بذور پسته بعد از جوانه زنی در آزمایشگاه به داخل گلدان‌هـا (بـا ۴۰ سانتی‌مترقطر دهانه و ۵۵ سـانتی‌متـر ارتفـاع) در گلخانـه منتقـل شدند. خاک گلدان‌ها ترکیبی از لوم و شن بود، نتیجه آزمـایش خـاک در جدول یک آورده شده است.

جدول۱- نتایج آزمایش خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Results of soil tests implementation of experimental site

بافت خاک Soil texture	شن Sand	سیلت Silt	رس Clay	مواد خنثی شونده T.N.V	کلر محلول Cl	منیزیم محلول Mg_s	کلسیم محلول Ca_s	سدیم محلول Na_s	فسفر قابل جذب $P_{(AVA.)}$	پتاسیم قابل جذب $K_{(AVA.)}$	نسبت جذب سدیم SAR	اسیدیته گل اشباع pH	هدایت الکتریکی EC (ds. M^{-1})
	(%)				($meq.l^{-1}$)				($mg.\ kg^{-1}$)				
لوم شنی Sandy loam	61	34.6	4.4	14	36.0	11.0	8.4	19.5	20	350	6.8	7.6	4.0

پس از استقرار مناسب نهال‌ها در مرحلـه سـه برگـی نهـال‌هـای اضافی حذف شده و در هر گلدان سـه نهـال نگهـداری شـد. آبیـاری گلدان‌ها تا مرحله سه برگی با آب معمولی (۰/۶ دسی زیمنس بر متر) انجام شد و پـس از آن گیاهـان در معـرض تیمارهـای شـوری قـرار

گرفتند. جهت تعیین حجم آبیاری ابتدا تعیین ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک با استفاده از منحنی مکش رطوبتی و تعیین آب قابل دسترس انجام شده و میزان آب آبیاری مورد نیاز مشخص شد. با توجه به تحقیقات انجام شده برای یک خاک با بافت لومی و میزان ۵ کیلوگرم خاک خشک به ازاء هر گلدان، آبیاری گلدان‌ها به میزان ۲۵۰ سی‌سی و هر ۴۸ ساعت یک بار باعث تامین تقریبی ۵۰ درصد تخلیه رطوبتی می‌شود (۲۵). اعمال تیمارهای شوری به مدت چهار ماه تا زمان رشد کامل نهال‌های پسته انجام شد. به منظور جلوگیری از تجمع نمک در گلدان‌ها، میزان شوری آب خروجی از کف گلدان‌ها کنترل و آبشویی گلدان‌ها در صورت نیاز انجام می‌شد به طوری که میزان شوری محلول خاک از ۱/۵ برابر آب آبیاری بیشتر نشود (۲۵).

در پایان آزمایش وزن خشک ساقه و ریشه، وزن خشک برگ، طول نهال، قطر نهال، سطح برگ، تعداد برگ در نهال و عناصر غذایی کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم در ریشه، ساقه و برگ (به روش طیف سنجی پلاسمای جفت شده القایی (ICP(Inductively Coupled Plasma اندازه‌گیری شد.

جهت رتبه بندی ارقام، مشابه روش سرمدنیا و همکاران (۲۴) عمل شد که به گروهی که در آزمون دانکن حرف a گرفتند رتبه ۱، به گروه ab رتبه ۱/۵، به گروه abc رتبه ۱/۶۶، به گروه abcd رتبه ۱/۷۵و به گروه b رتبه ۲ تعلق گرفت. سپس رتبه‌ها با یکدیگر جمع و در نهایت رتبه نهایی هر رقم تعیین شد. براین اساس رتبه کمتر نشانگر وضعیت رشدی بهتر رقم است.

تجزیه واریانس و تجزیه همبستگی داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماریSAS و مقایسه میانگین‌ها آزمون چند دامنه‌ای دانکن و درسطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج

اثر شوری بر خصوصیات رشدی نهال پسته معنی‌دار بود (جدول ۷) و با افزایش شوری از شاهد به ۳۰ دسی زیمنس بر متر طول نهال، وزن خشک برگ، تعداد برگ، سطح برگ، قطر نهال، وزن خشک ساقه، وزن خشک ریشه کاهش یافتند. با وجود این اختلاف گیاهان از نظر وزن خشک ساقه و ریشه و همچنین طول نهال بین دو تیمارشوری ۱۵ و ۳۰ دسی زیمنس برمتر معنی‌دار نبود که نشان دهنده عدم تاثیرافزایش شوری در سطوح اشاره شده بر صفات مذکور بوده است (جدول ۲). شوری تاثیر معنی‌داری بر محتوی سدیم و کلسیم در ریشه، ساقه و برگ نهال‌های پسته داشت و با افزایش شوری، میزان سدیم و کلسیم در ریشه، ساقه و برگ افزایش یافت. همچنین با افزایش شوری میزان پتاسیم برگ کاهش یافت (جدول۳). نتایج تجزیه همبستگی نیز، همبستگی‌های منفی و معنی‌دار بین سطوح شوری و خصوصیات رشدی پسته را نشان داد. نتایج مشخص کرد میزان سدیم برگ با صفات پتاسیم برگ و نسبت پتاسیم به سدیم در ریشه، ساقه و برگ همبستگی منفی و معنی‌داردارد (جدول۶).

جدول ۴ نشان می‌دهد که با افزایش میزان کلرور سدیم آب آبیاری، شاخص نسبت پتاسیم به سدیم در ریشه، ساقه و برگ کاهش می‌یابد. شاخص نسبت پتاسیم به سدیم برگ، در شوری‌های ۱۵ و ۳۰ دسی زیمنس بر متر به ترتیب ۹۲ و ۹۵ درصد نسبت به شاهد (۰/۶ دسی زیمنس بر متر) کاهش یافت.

همانطور که درجدول ۲ مشاهده می‌شود، از نظر وزن خشک ساقه، بیشترین مقدارمربوط به رقم اکبری (۲/۳ گرم) و کمترین مقدار مربوط به G2 (۱/۴ گرم) می‌باشد. ارقام اکبری و کله‌قوچی بیشترین وزن خشک ریشه و ارقام G3 و سیف الدینی دارای کمترین مقادیر بودند. از نظر طول نهال ارقام کله قوچی و ابراهیمی (۲۴ سانتی‌متر) بیشترین و ارقام G1و G3 (۲۰/۷سانتی‌متر)، سیف الدینی (۱۸/۵ سانتی‌متر) کمترین مقادیر را دارا بودند. از نظر وزن خشک و تعداد برگ اختلاف معنی‌داری بین ارقام پسته وجود نداشت. رقم احمد آقایی بیشترین سطح برگ را داشت که مقدار آن برابر با ۳۰/۲۷ سانتی‌مترمربع بود و ارقام G3، فندقی و ابراهیمی به ترتیب ۲۲/۹۳، ۲۲/۹۰ و ۲۳/۱۷ سانتی‌متر مربع کمترین سطح برگ را داشتند. رقم کله قوچی (۲/۴۶ میلی متر) بیشترین و رقم G3 (۲ میلی‌متر) کمترین قطر نهال را داشت. با توجه به کلیه خصوصیات رشدی بررسی شده و انجام رتبه بندی، ارقام اکبری و کله قوچی به ترتیب با رتبه ۸/۵ و ۸ به عنوان ارقام پر رشد و ارقام G3 و سیف الدینی با رتبه های ۱۳ و ۱۲/۵ کم رشد محسوب می‌شوند (جدول ۵).

با توجه به مقایسات میانگین ارقام (جدول ۳)، نتایج نشان می‌دهد بین ارقام پسته از نظر درصد سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیوم در ریشه، ساقه و برگ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. از نظر درصد سدیم برگ، بیشترین مقادیر مربوط به ارقام فندقی و کله‌قوچی و کمترین مقادیر مربوط به ارقام G3 و G1 می‌باشد. به طور کلی ژنوتیپ‌های محلی پسته (G1, G2،G3) نسبت به ارقام تجاری، دارای میزان سدیم کمتری در برگ هستند که این موضوع نشان می‌دهد این ژنوتیپ‌ها جذب و انتقال سدیم کمتری را به برگ در شرایط شوری انجام می‌دهند.

از نظر درصد پتاسیم برگ، G2 دارای بیشترین میزان (۳ درصد) و رقم کله‌قوچی دارای کمترین میزان (۱/۴ درصد) می‌باشد. ارقام G3 و G1 دارای کمترین میزان سدیم ساقه هستند و همانطور که قبلا اشاره شد دارای کمترین میزان سدیم برگ نیز هستند. نکته قابل توجه این است که رقم G3 دارای کمترین میزان سدیم ساقه و برگ و بیشترین میزان سدیم ریشه می‌باشد و در مقابل رقم کله‌قوچی بیشترین میزان سدیم برگ و کمترین میزان سدیم ریشه را دارد.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات رشدی پسته

Table2- Comparison of mean growth traits of pistachio

تیمار Treatment	وزن تر ساقه Dry weight (g per seedlings)	وزن خشک ریشه Dry weight of root (g)	طول نهال Length The seedlings (cm)	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g)	تعداد برگ Number of leaves	سطح برگ Leaf area(cm^2)	قطر نهال Seedlingdiameter (mm)
شوری Salinity (dsm^{-1})							
0.6	2.70a	4.1a	24.4a	2.2 a	12.7a	32.23 a	2.9a
15	1.48b	1.5b	20.8b	1.0 b	11.8a	28.44 a	2 b
30	1.24b	1.4 b	20.2b	0.6 c	6.90b	12.44 b	1.8 c
ارقام و ژنوتیپ های پسته Cultivars and genotypes of Pistachio							
G3	1.6 bc	1.9 b	20.7 bc	1.2 a	12 a	22.93 b	2 b
سیفالدینی Saifuddin	1.8 bc	2.0 b	18.5 c	1.1 a	11.4 a	23.47 ab	2.4 ab
احمد آقایی Ahmadaghai	1.8 bc	2.6 ab	20 bc	1.3 a	11.8 a	30.27 a	2.3 ab
فندقی Fandoghi	1.7 bc	2.3 ab	22.6 ab	1.3 a	12.2 a	22.90 b	2.2 ab
کله قوچی Kaleghochi	1.9 ab	2.8 a	24 a	1.2 a	11.6 a	24.65 ab	2.46 a
اکبری Akbari	2.3 a	2.6 a	21.4 ab	1.3 a	11.3 a	23.40 ab	2.2 ab
G2	1.4 c	2.3 ab	19.6 bc	1.2 a	10.8 ab	23.83 ab	2 b
بادامی زرند BadamiZarand	1.8 bc	2.3 ab	19.8 bc	1.3 a	12 a	24.14 ab	2.1 ab
ابراهیمی Ebrahimi	1.7 bc	2.2 ab	24 a	1.5 a	10.7 ab	23.17 b	2.2 ab
G1	1.6 bc	2.3 ab	20.7 bc	1.3 a	9.7 b	23.91 ab	2.3 ab

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P<0.05$) نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P<0.05$) based on Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۳- مقایسه میانگین های ارقام بر اساس غلظت عناصر معدنی(درصد) در قسمت‌های نهال پسته

Table3- The comparison of means are based on the mineral concentration(percentage) of the pistachio Seedlings

تیمار Treatment	ساقه Shoot				ریشه Root				برگ Leaf			
	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
شوری Salinity (dsm^{-1})												
0.6	0.24 b	1.2 a	0.72 b	0.32 a	0.6 c	0.84 a	0.9 c	0.3 b	0.12 c	2.1 a	1.5 b	0.53 a
15	1.95 a	1.3 a	0.70 b	0.32 a	1.7 b	0.77 a	1.4 b	0.53 a	2.4 a	1.9 ab	1.6 b	0.62 a
30	2.76 a	1.4 a	0.78 a	0.36 a	3.8 a	0.75 a	1.7 a	0.52 a	2.20 b	1.7 b	2.1 a	0.97 a
ارقام و ژنوتیپ های پسته Cultivars and genotypes of Pistachio												
G3	1.0 c	1.3 ab	1.8 a-c	0.35 ab	2.5 a	0.86 a	1.30 a	0.42 a	0.9 b	1.7 b	1.8 b	0.48 c
سیفالدینی Saifuddin	1.7 a-c	1.3 ab	1.8 a-c	0.30 b	2.1 bc	0.77 a-c	1.25 a	0.45 a	1.2 a	1.5 b	1.5 b	0.43 c
احمد آقایی Ahmadaghai	1.3 bc	1.2 b	1.9 a	0.30 b	1.8 d-f	0.80 a-c	1.34 a	0.47 a	1.3 a	2.1 ab	1.7 b	0.83 a-c
فندقی Fandoghi	1.8 a-c	1.4 ab	1.6 c	0.31 b	2.3 ab	0.80 a-c	1.23 a	0.42 a	1.4 a	1.8 b	1.6 b	0.80 a-c
کله قوچی Kaleghochi	1.8 a-c	1.3 ab	1.7 bc	0.35 ab	1.6 f	0.70 c	1.30 a	0.47 a	1.4 a	1.4 b	2.6 a	0.78 a-c
اکبری Akbari	2.4 a	1.2 ab	1.7 bc	0.31 b	1.9 c-e	0.73 bc	1.34 a	0.42 a	1.2 a	2.0 b	1.6 b	1.00 ab
G2	1.4 bc	1.4 a	1.8 a-c	0.35 ab	2 b-d	0.80 a-c	1.38 a	0.45 a	1.2 a	3.0 a	1.7 b	1.10 a
بادامی زرند BadamiZarand	2.0 ab	1.3 ab	1.9 ab	0.40 a	2 cd	0.74 a-c	1.38 a	0.45 a	1.3 a	1.9 b	1.76 b	0.47 c
ابراهیمی Ebrahimi	1.7 a-c	1.3 ab	1.6 c	0.30 b	2.5 a	0.83 ab	1.39 a	0.51 a	1.3 a	1.9 b	1.6 b	0.58 ac
G1	1.3 bc	1.3 ab	1.7 c	0.37 ab	1.7 ef	0.80 a-c	1.29 a	0.44 a	1 b	1.7 b	1.6 b	0.54 ac

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن($P<0.05$) نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P<0.05$)based on Duncan's Multiple Range Test.

جدول ٤- مقایسه میانگین های نسبت پتاسیم به سدیم قسمت‌های مختلف نهال پسته در سطوح مختلف شوری

Table 4-Comparison of means ratio of potassium to sodium indifferent parts of Pistachio

تیمار Treatment	نسبت K^+ به Na^+ K +toNa +Ratio		
	ساقه Shoot	ریشه root	برگ Leaf
شوری Salinity(ds m^{-1})			
0.6	5 a	1.5 a	17.5a
15	0.66 b	0.45 b	1.35 b
30	0.55 b	0.2 b	0.77 b
ارقام و ژنوتیپ های پسته Cultivars and genotypes of Pistachio			
G3	2.4 ab	0.62 a	6.1 ab
سیفالدینی Saifuddin	1.9 b	0.67 a	5.5 ab
احمد آقایی Ahmadaghai	4.6 ab	0.79 a	6.3 ab
فندقی Fandoghi	6.1 a	0.69 a	4.3 b
کله قوچی Kaleghochi	5.5 ab	0.66 a	3.39 b
اکبری Akbari	3.2 ab	0.76 a	4.3 b
G2	3.3 ab	0.72 a	7.8 a
بادامی زرند BadamiZarand	2.3 ab	0.69 a	5.7 ab
ابراهیمی Ebrahimi	2.8 ab	0.76 a	5.6 a
G1	2.8 ab	0.70 a	6.3 ab

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن($P<0.05$) نمی‌باشند

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P<0.05$)based on Duncan's Multiple Range Test.

این موضوع به خوبی نشان می‌دهد رقم G3 یون سدیم را در ریشه تجمع داده و از انتقال آن به ساقه و برگ جلوگیری می‌کند و رقم کله قوچی عکس این عمل را انجام می‌دهد.

بحث

بر اساس جدول شماره ۴ نتایج نشان داد ارقام محلی پسته، G1، G2 و G3 نسبت به ارقام تجاری دارای نسبت پتاسیم به سدیم بالاتری در برگ هستند و بیشترین مقدار مربوط به G2 و معادل ۷/۸ است و بنابراین ارقام محلی دارای تحمل به شوری بالاتری نسبت به ارقام تجاری هستند. در بین ارقام تجاری، کله قوچی دارای کمترین (۳/۹) و رقم احمدآقایی دارای بیشترین میزان پتاسیم به سدیم (۶/۳) در برگ می‌باشند. به طور کلی با مقایسه شاخص نسبت پتاسیم به سدیم در برگ مشخص می‌شود که ارقام کله قوچی، فندقی و اکبری حساس به شوری و ارقام G1، G2 و G3 و احمدآقایی متحمل به شوری می‌باشند. جیسکی (۱۱) و همچنین گرینوی و مانوس (۹) گزارش کردند که جذب و انتقال انتخابی یون‌ها به اندام‌های یک گیاه و نسبت پتاسیم به سدیم به عنوان شاخص تحمل به شوری می‌باشد. در ارقام متحمل به شوری، جذب پتاسیم نسبت به سدیم توسط ریشه و انتقال آن به اندام‌های هوایی بیشتر است (جدول۴).

پتاسیم از جمله عناصر مهم و تاثیرگذار در تنش شوری معرفی شده است. افزایش ذخیره پتاسیم در پسته در سال بعد می‌تواند به مصرف گیاه برسد (۲۲). اما مقدار آن در گیاه تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر مقاومت نسبت به تنش شوری دارد. با افزایش سدیم در محیط ریشه میزان پتاسیم کاهش می‌یابد علت این امر یک فرایند رقابتی در جذب عناصرعنوان شده است (۳، ۱۳ و ۱۵). درخاک‌های شور غلظت بالای سدیم نه تنها باعث کاهش میزان جذب پتاسیم توسط ریشه‌ها می‌گردد بلکه ممکن است غشای سلولی ریشه را تخریب کرده و توان این غشا را در ورود انتخابی یون‌ها تغییر دهد (۱۰ و ۱۲). بنابراین ارقامی که بتوانند بیشترین پتاسیم را جذب کنند توانایی حفظ قابلیت

جذب ریشه بالاتر و مقاومت بیشتری را نسبت به تنش شوری خواهند داشت. در این تحقیق نیز غالب ارقام مقاوم، دارای میزان پتاسیم بالاتر نسبت به سایر ارقام در بافت‌های گیاه می‌باشد. در شرایط تنش شوری علی‌رغم وجود مقدار کافی پتاسیم در خاک غلظت بالای سدیم از جذب آن جلوگیری می‌کند، در این تحقیق نیز همبستگی منفی بین میزان سدیم و پتاسیم برگ تایید شد (جدول۶). در این شرایط اثرات مثبت ناشی از مصرف کودهای پتاسیم در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول به اثبات رسیده است (۲۲).

در این تحقیق افزایش تنش شوری (جدول‌های ۲ و ۶)، خصوصیات رشدی نهال‌ها را به شدت کاهش داد. تیمار استفاده از آب معمولی دارای بیشترین مقادیر و تیمار شوری ۳۰ دسی زیمنس بر متر دارای کمترین مقادیر از نظر صفات مورد ارزیابی بودند. نتایج نشان داد با افزایش مقادیر متفاوت شوری، کلیه خصوصیات رشدی نهال از جمله وزن تر و خشک ساقه، وزن تر و خشک ریشه و طول نهال روند کاهشی دارد و این موضوع به طور واضح تاثیر منفی شوری را بر پارامترهای رشدی نهال نشان می‌دهد. پارسا و کریمیان (۱۸) با تحقیق بر روی پسته ارقام فندقی و بادامی نشان دادند که به ترتیب در هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک ۱/۹۲ و ۰/۴۸ میلی موس در قسمت‌های هوائی گیاه و ۸ و۹/۶ میلی موس در ریشه گیاه کاهش رشد معنی‌داری را بوجود می آورد. در آزمایش گلخانه‌ای که توسط سپاسخواه و مفتون (۲۶) به منظور تعیین مقاومت پایه‌های پسته نسبت به سطوح مختلف شوری انجام شد رقم اوحدی در مقایسه با ارقام بادامی و کله قوچی نسبت به نمک حساس‌تر بود. به طوری که توقف رشد قسمت‌های هوایی و ریشه رقم بادامی به ترتیب در شوری عصاره اشباع ۱۸/۷، ۲۰/۶ دسی زیمنس بر متر و رقم کله‌قوچی در عصاره اشباع ۱۹/۲ و ۲۰/۴ دسی زیمنس بر متر و رقم اوحدی در شوری عصاره اشباع ۱۵/۹۴ و ۱۵/۵ دسی زیمنس بر متر صورت گرفته است. پیکچونی و میاماتو (۲۱) با کاشت نهال‌های پسته در محیط شور، مشاهده کردند که با افزایش شوری، غلظت سدیم در اندام‌های هوایی افزایش یافته و یک همبستگی معنی‌دار منفی بین میزان سدیم در محلول خاک و رشد هوایی نهال‌های پسته وجود دارد.

سپاسخواه و مفتون (۲۶) گزارش کردند که کاهش یا توقف رشد نهال‌های پسته تحت تنش شوری می‌تواند در اثر تنش آبی در گیاه یا مسمومیت یون‌های سدیم و کلر باشد. همچنین گزارش کردند در شرایط تنش شوری به هم خوردن تعادل جذب عناصر غذایی توسط ریشه باعث کاهش خصوصیات رشدی نهال می‌شود.

جدول ۵- رتبه بندی ارقام بر اساس صفات مختلف و رتبه نهایی حاصل از آنها

Table 5- Cultivar Ranking based on different characteristics and their final rank

تیمار Treatment	وزن خشک ساقه Dry weight (g)	وزن خشک ریشه Rootdry weight (g)	طول نهال Seedling length (cm)	وزن خشک برگ Leaf dry weight (g)	تعداد برگ Number of leaves	سطح برگ Leaf area (cm^2)	قطر نهال Seedlings diameter (mm)	رتبه بندی نهایی The final rating
G3	2.5	2	2.5	1	1	2	2	13
سیفالدینی Saifuddin	2.5	2	3	1	1	1.5	1.5	12.5
احمد آقایی Ahmadaghai	2.5	1.5	2.5	1	1	1	1.5	11
فندقی Fandoghi	2.5	1.5	1.5	1	1	2	1.5	11
کله قوچی Kaleghochi	1.5	1	1	1	1	1.5	1	8
اکبری Akbari	1	1	1.5	1	1	1.5	1.5	8.5
G2	3	1.5	2.5	1	1.5	1.5	2	13
بادامی زرند BadamiZarand	2.5	1.5	2.5	1	1	1.5	1.5	11.5
ابراهیمی Ebrahimi	2.5	1.5	1	1	1.5	2	1.5	11
G1	2.5	1.5	2.5	1	2	1.5	1.5	12.5

جدول ٦- ضرایب همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین صفات اندازه‌گیری شده

Table 6-significant correlation between traits were measured at 5% level

	سطوح شوری Salinity	وزن خشک ساقه Stem dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	طول نهال Seedling length	وزن خشک برگ Leaf dry weight	تعداد برگ Number of leaves	سطح برگ Leaf area	قطر نهال Seedling diameter	سدیم برگ Na^+ leaf	پتاسیم برگ K^+ leaf	کلسیم برگ Leaf Ca^{+2}	منیزیم برگ Leaf Mg^{+2}	Na+/K+ ساقه ShootNa+/K+	Na+/K+ ریشه RootNa+/K+	Na+/K+ برگ LeafNa+/K+
سطوح شوری Salinity	1														
وزن خشک ساقه Stem dry weight	-0.92	1													
وزن خشک ریشه Root dry weight	-0.78	0.99	1												
طول نهال Seedling length	-0.91	0.99	0.99	1											
وزن خشک برگ Leaf dry weight	-0.95	0.99	0.98	0.99	1										
تعداد برگ در نهال Number of leaves	-0.93	-	-	-	-	1									
سطح برگ Leaf area	-0.94	-	-	-	0.8	0.99	1								
قطر نهال Seedling diameter	-0.93	0.99	0.99	0.99	0.99	-	-	1							
سدیم برگ Na^+ leaf	0.8	-٠0.85	-0.91	-0.86	-0.8	-	-	-0.84	1						
پتاسیم برگ K^+ leaf	-0.99	0.93	0.88	0.92	0.95	0.92	0.94	0.93	-0.8	1					
کلسیم برگ Leaf Ca^{+2}	0.93	-	-	-	-0.8	-	-	-	-	-	1				
منیزیم برگ Leaf Mg^{+2}	0.95	-	-	-	-0.8	-	-	-	-	-	-	1			
Na+/K+ ساقه ShootNa+/K+	-0.83	0.98	0.99	0.99	0.97	-	-	0.98	-0.92	0.86	-	-	1		
Na+/K+ ریشه RootNa+/K+	-0.93	0.99	0.98	0.99	0.99	-	-	0.99	-0.84	0.94	-	-	0.98	1	
Na+/K+ برگ LeafNa+/K+	-0.83	0.97	0.99	0.98	0.95	-	-	0.97	-0.94	0.83	-	-	0.99	0.97	1

جدول ۷- تجزیه واریانس خصوصیات رشدی نهال پسته تحت تاثیر سطوح شوری

Table 7-Analysis of variance of seedling growth characteristics in salinity stress

		میانگین مربعات M.S						
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	وزن خشک ساقه Dry weight of shoot	وزن خشک برگ در نهال Leaf dry weight	سطح برگ Leaf area	تعداد برگ در نهال Numbre of leaf per plant	وزن خشک ریشه Dry weight of root	طول نهال Seedling length	قطر نهال Seedling diameter
تکرار Replication	2	0.66	0.9	53551	12.8	0.6	147	0.32
شوری(a) Salinity(a)	2	17/86**	20.78**	34188154.3 **	29.19**	71.03**	11.4	9.8**
خطای a aerror	4	0.47	0.3	496011	5.4	0.3	16.7	0.12
واریته(b) Variant(b)	9	0.5*	0.11	427087.1*	5.24*	0/63*	21.96*	0.16
a*b	18	0.24	0.12	552776.6	2.6	0.39	3.04	0.05
خطای b berror	54	0.17	0.18	417176.6	2.5	0.41	8.2	0.11

*و **به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

*Significant at 0.05 probability level. ** Significant at 0.01 probability level

نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش میزان شوری، میزان سدیم و کلسیم در ریشه،ساقه وبرگ افزایش یافت. علی پور و حسینی فرد (۲) نشان دادند با افزایش میزان شوری آب آبیاری در نهال‌های پسته به دلیل افزایش غلظت یون‌های سدیم و کلر در محلول خاک، تعادل عناصر غذایی به هم خورده و جذب عناصر سدیم و کلر توسط ریشه افزایش یافته و از جذب پتاسیم جلوگیری می‌شود، بنابراین غلظت یون‌های سدیم و کلر در ریشه، ساقه و برگ افزایش یافته و غلظت یون پتاسیم در این اندام‌ها کاهش می‌یابد، همچنین با توجه به این که یون کلسیم به عنوان واسط، نقش انتقال پیام تنش شوری را در گیاه ایفا می‌کند، غلظت آن در شرایط تنش شوری در اندام‌های گیاه افزایش می‌یابد. فلاور و همکاران(۸)، تاتینی و همکاران (۲۷) گزارش کردند تجمع یون سدیم در برگ به سطوح شوری بستگی دارد و تحمل به شوری در بسیاری از گیاهان به عدم انتقال و یا انتقال محدود سدیم به بخش هوایی مربوط می‌شود. انتقال بیش از حد سدیم به برگ‌ها در بسیاری از موارد منجر به مرگ بخش هوایی گیاه و حتی مرگ کل گیاه می‌شود. در شرایط سازگار به شوری، تجمع سدیم در چوب تنه و ریشه موجب عدم انتقال آن به بخش هوایی گیاه می‌شود.

در این تحقیق با افزایش میزان کلرور سدیم آب آبیاری، شاخص نسبت پتاسیم به سدیم در ریشه، ساقه و برگ کاهش یافت که این موضوع همبستگی منفی بین افزایش غلظت یون سدیم در محلول خاک و جذب یون پتاسیم را تایید می‌کند (جدول ۶). شاخص نسبت پتاسیم به سدیم در برگ با شوری۰/۶دسی زیمنس بر متر ۱۷/۵ است و در شوری‌های ۱۵ و ۳۰ دسی زیمنس بر متر به ترتیب به ۱/۳۵و ۰/۷۷ کاهش یافت (جدول۴).

سپاسخواه و مفتون (۲۵) نیزگزارش کردند افزایش غلظت یون سدیم، جذب یون پتاسیم توسط ریشه را کاهش می‌دهد و در نتیجه نسبت یون پتاسیم به سدیم کاهش می‌یابد و این نسبت می‌تواند معیاری برای مطالعه تحمل گیاهان به شوری باشد و در تحقیق حاضر نیز رقم کله‌قوچی با بالاترین میزان این نسبت در برگ حساس‌ترین رقم نسبت به شوری می‌باشد.

به طور کلی نتایج نشان می‌دهد که ارقام پسته از نظر میزان جذب و همچنین تجمع این عناصر در اندام‌های گیاه به طور متفاوت عمل می‌کنند و در شرایط شوری ارقامی که جذب سدیم و انتقال کمتر آن را به برگ و در مقابل جذب پتاسیم و انتقال بیشتر آن را به برگ انجام می‌دهند باعث افزایش شاخص نسبت پتاسیم به سدیم در برگ شده و تحمل بیشتری به شوری دارند. در واقع انتقال کمتر سدیم از ریشه به برگ و در عوض انتقال بیشتر پتاسیم به برگ موجب افزایش نسبت پتاسیم به سدیم می‌شود. در این رابطه ممکن است سدیم از شیره خام بازیافت شده و در ریشه و ساقه باقی مانده و به برگ منتقل نشود (۸، ۱۷، ۲۸ و ۲۹)، احتمالا چنین فرایندی در ژنوتیپ‌های محلی پسته (G1, G2, G3) نیز اتفاق می‌افتد و باعث

افزایش تحمل به شوری در آنها می‌شود.

منابع

1- Abtahi A., and Karimiyan N.J. 1994. Response of seedlings of two varieties of pistachios in relation to theamountsand types of soil salinity in greenhouse, Fourth Congress of Soil Science, 149-148. (in Persian).
2- Alipoor H., and Hoseinifards J. 2011. Determine the salt tolerance varieties of pistachio using controlled crosses, Journal of Plant Production, 39:56-59. (in Persian).
3- Banakar M.H., and Ranjbar G. 2010. Evaluation of salt tolerance of pistachio cultivars at seedling stage, American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 9:115-120.
4- Barzegar A. 2000 .Sodic soils, under standing and efficiency. University of Chamranmartyr. P 273. (in Persian).
5- Behboudian M. H., Walker R. R., and Torokfalvy E. 1986. Effects of water stress and salinity on photosynthesis of pistachio, Scientia Horticulturae, 29: 251-261.
6- Bernstein L. 1975. Effect of salinity and sodality on plant growth, American Review of physiology,13:295-311.
7- Curtin D., and Selles F. 1993. Plant responses to sulphate and chloride salinity: Growth and IonicRelations, Journal of American Soil Science Society, 57: 1304-1310.
8- Flowers T.J., Troke P.F., and Yeo A.R. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes, Annual Revew of Plant Physiology, 28: 89-252.
9- Greenway H., and manuus R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in non- halophytes, Annual Revew of Plant Physiology, 31: 149-190.
10- Habibi G. and Hajiboland R. 2014. Silicon alleviates salt stress in pistachio plants, Biological Sciences, 4:189-202.
11- Jeschke W.D.1984. K^+/Na^+ exchang at cellular membranes.Intracellular compartmentation of cation and salt tolerance. In: salinity tolerance in plants. (Eds). R.C. Staples and G.H. Toenniessen. John Wiley. New York. 37-66.
12- Khoshgoftar manesh A. H. 2004. Determine the most limiting factors in land salty pistachio production of Qom, Research letter of Qom, Publication Management and Planning Organization of Qom, 2: 58-72.
13- Malakouti M. J., Keshavarz P., Saadat S., and Kholdbarin B. 2002. Plant nutrition in saline condition. Aid Horticulture. Sana press.
14- Mass E. V. 1990. Crop salt tolerance: An Agricultural salinity assessment and management, ed. K. K.Tangi, American society of civil engineers manuals and report on engineering practices, 262-326.
15- Mohamad-khani A., and Salehi M. H.2005. Effect of salinity on uptake and transport of potassium level in pistachio.9 th Iranian soil science Conference, Karaj, p: 311-312.
16- Mohamad-khani A.R. 1996. Determining therelative resistance ofthe basepistachiosalt(sodium chloride) due to changes inrespiratoryopenings, uptake and transport. Master Thesis, Faculty ofAgriculture, Tehran University. P 220 (in Persian).
17- Munns R., and Tester M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance, Annual Review of Plant Biology, 59: 651-681.
18- Parsa A. A., and Karimian N. 1975. Effect of sodium chloride on seedling growth of two major varieties of Iranian pistachio, Journal of Horticultural Sciences, 50: 41-60.
19- Parsa A. A., and Wallace A. 1980. Differential partitioning of boron and calcium in shoots of seedlings of two pistachio [pistacia vera] cultivars, Journal of plant nutrition, 2: 236-266.
20- Picchioni G. A., and Miyamoto S. 1990. Salt effects on growth and ion uptake of pistachio rootstock seedling, Journal of the American society for horticultural science, 115 (4): 647-653.
21- Picchioni G. A., Miyamoto S., and Storey J. B. 1991. Boron uptake and effects on growth and carbohydrate partitioning of pistachio seedlings, Journal of the American society for horticultural science, 116: 706-711.
22- Sarchashmehpour M., and Malakouti M. J. 2005. Potassium fertilization urgency in pistachio (yield increases and quality improvement), Sana press. 442p.
23- Sarmadnia G.H. 1997. The importance of environmental stress in agriculture. The first Congress of Plant Breedingin Iran. Tehran University, Karaj: 172-157. (in Persian).
24- Sarmadnia G.H., and Ghorbani A. 1986. Drought resistance of different masses of wheat at germination stage. Conference proceedings and results of research and dry landissues in Iran, Ferdowsi University of Mashhad:80-57. (in Persian).
25- Sepaskhah A. R., and Maftoun M. 1982. Growth and chemical composition of pistachio cultivars as influenced by irrigation regimes and salinity level of irrigation water. II chemical composition, Journal of Horticultural Sciences, 57: 469-476.
26- Sepaskhah A. R., and Maftoun M. 1988. Relative salt tolerance of pistachio cultivars, Journal of Horticultural Sciences, 63 (1): 157-162.
27- Tattini M., Bertoni P., and Caselli S. 1992. Genotypic responses of olive plants to sodium chloride. Journal of

Plant Nutrition,15: 1467-1485.
28- Tattini M., Gucci R., Coradeschi M.A., Ponzio C.C., and Everard I. D. 1995. Growth, gas exchange and ion content in *Olea europaea* plants during salinity stress and subsequent relief, Physiologia Plantarum,95:203-210.
29- Therios I.N., and Misopolinos N.D. 1988. Genotypic responses to sodium chloride salinity of four major olive cultivars (*Olea europaea L.*), Plant& Soil, 106: 105 – 111.