



بررسی تحمل به شوری دانه‌های 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^۴

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 دانه‌های ۱۰ رقم پسته (اکبری، احمدآقایی، کله قوچی، فندق، بادامی، ابراهیمی، سیف الدینی و ژنوتیپ‌های G1، G2 و G3) به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مطالعه شد. عامل اصلی مقادیر شوری آب آبیاری (۱/۶، ۱/۵ و ۳۰ دسی زیمنس بر متر) با استفاده از نمک کلور 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 برگ، 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 فندق و کله قوچی بیشترین و ژنوتیپ‌های G1 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 طور کلی 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. ژنوتیپ G2 و رقم احمدآقایی به ترتیب با مقادیر ۷/۸ و ۶/۳ بیشترین نسبت پتاسیم به سدیم در برگ و رقم کله قوچی کمترین نسبت (۳/۹) را داشت. به نظرمی‌رسد ارقام کله قوچی، فندق و اکبری در مراحل اولیه رشد نسبتاً حساس و ژنوتیپ‌های G1، G2 و G3 و رقم احمدآقایی نسبتاً متحمل به شوری باشند. ارقام بادامی، ابراهیمی و سیف الدینی از نظر تحمل به شوری در حد متوسط بودند.

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

مقدمه

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 فندق 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 کله قوچی 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 کله قوچی در عصاره اشباع ۱۹/۲ و ۲۰/۴ دسی زیمنس بر متر و در رقم اوحدی در شوری عصاره اشباع ۱۵/۹ و ۱۵/۵ دسی زیمنس بر متر متوقف شد (۲۱). مطالعات گلخانه‌ای توسط

شوری و سدیمی بودن خاک از مهمترین مشکلات کشاورزی در نواحی خشک و نیمه خشک است و از این رو کشاورزی ایران تحت تاثیر شوری خاک قرار دارد (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

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی دکتری و استادان دانشکده کشاورزی، دانشگاه

فردوسی مشهد

(Email: m.kafi@um.ac.ir

*) نویسنده مسئول:

۴- استادیار، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده پسته، رفسنجان

DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.42260

کرمان، رفسنجان، سیرجان و شهربابک و انجام تلاقی‌های مصنوعی بین ۳۲ رقم ماده با یک ژنوتیپ نر و ۲۷ ژنوتیپ نر با رقم ماده فندقی و انجام آزمون شوری مشاهده کردند که ارقام ماده ابراهیمی، سیریزی، جندقی، پوست کاغذی، فندقی ۴۸، بادامی زرنده، سیف الدینی و سرخس و ژنوتیپ‌های M_{16} , M_{21} , M_{23} , M_{25} , M_{26} و M_{27} دارای مقاومت نسبی به شوری می‌باشند.

علیرغم انجام مطالعات متعدد در زمینه تحمل ارقام پسته به شوری، در مورد تحمل به شوری ارقام و ژنوتیپ‌های بومی پسته (شناسایی شده در مناطق پسته‌کاری با شرایط آب و خاک شور) و مقایسه آنها با ارقام تجاری پسته، اطلاعات چندانی در دسترس نیست، لذا این آزمایش به منظور انجام این مقایسه اجراء شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در موسسه تحقیقات پسته رفسنجان در سال ۱۳۹۲ اجراء شد. فاکتور اصلی مقادیر شوری در سه سطح (۰/۶، ۱۵ و ۳۰ دسی زیمنس بر متر) و فاکتور فرعی شامل هفت رقم تجاری (اکبری، احمدآقایی، کله قوچی، فندقی، بادامی، ابراهیمی، سیف الدینی) و سه ژنوتیپ محلی پسته (G_1 , G_2 و G_3) بودند. این ژنوتیپ‌ها مربوط به منطقه رفسنجان بوده و در باغاتی که در اثر تنش شوری رها شده و این سه ژنوتیپ همچنان فعال و زنده بودند، شناسایی شدند.

بذور پسته بعد از جوانه زنی در آزمایشگاه به داخل گلدان‌ها (با ۴۰ سانتی‌متر قطر دهانه و ۵۵ سانتی‌متر ارتفاع) در گلخانه منتقل شدند. خاک گلدان‌ها ترکیبی از لوم و شن بود، نتیجه آزمایش خاک در جدول یک آورده شده است.

ابطحی و کریمیان (۱) نشان داد که افزایش سطح شوری موجب کاهش رشد گیاه پسته گردیده و میزان رشد ساقه و برگ توأم کاهش یافت ولی برگ حساسیت بیشتری نسبت به شوری داشت.

برخی از محققان (۳، ۵ و ۲۰) با کاشت نهال‌های پسته در محیط شور، گزارش کردند که با افزایش شوری، غلظت سدیم در اندام‌های هوایی افزایش یافته و همبستگی معنی‌دار منفی بین میزان سدیم در محلول خاک و رشد هوایی نهال‌های پسته وجود دارد. سدیم علاوه بر ایجاد سمیت می‌تواند به طور مستقیم با بهم زدن تعادل عناصر غذایی و ساختمان فیزیکی خاک روی رشد گیاه تأثیرگذار باشد. زیادی سدیم می‌تواند باعث کمبود کلسیم، پتاسیم و منیزیم شود و از طرفی همچنین زیادی نسبت سدیم به غلظت کلسیم به شدت سرعت نفوذپذیری خاک را کاهش می‌دهد که خود باعث تهویه ضعیف می‌شود (۶ و ۷).

پیکچونی و همکاران (۲۱) دو گونه *P. atlantica* و *P. terebinthus* را یک هیبرید از تلاقی $p.Gold \times IIP. atlantica$ را به مدت ۱۲ هفته تحت تأثیر سطوح شوری قرار داده و مشاهده کردند که در شوری ۱۲/۶ دسی زیمنس بر متر، رشد در هر سه نمونه مورد مطالعه نسبت به شاهد ۳۳ درصد کاهش داشت. با وجود این *Gold II* در شوری‌های بالا (۱۲ دسی زیمنس بر متر) رشد بیشتری نسبت به دو گونه‌ی دیگر داشت (۲۱).

محمد خانی (۱۶) اثر غلظت‌های صفر تا ۶۰ میلی‌مولار کلرید سدیم را در رشد ارقام پسته بادامی ریز، قزوینی، سرخس و بینه بررسی نمود و مشاهده کرد که ماده خشک کل گیاه، ماده خشک ریشه و ارتفاع ساقه به طور معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل شوری و رقم قرار گرفتند، در صورتی که این اثر بر تعداد برگ، ماده خشک برگ و ساقه معنی‌دار نبود.

علی پور وحسینی فرد (۲) با بررسی ۳۲ رقم پسته ماده موجود در کلکسیون مؤسسه تحقیقات پسته کشور و ۲۷ ژنوتیپ نر از مناطق

جدول ۱- 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 ته 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

گلدان‌ها تا مرحله سه برگی با آب معمولی (۰/۶ دسی زیمنس بر متر) انجام شد و پس از آن گیاهان در معرض تیمارهای شوری قرار

پس از استقرار مناسب نهال‌ها در مرحله سه برگی نهال‌های اضافی حذف شده و در هر گلدان سه نهال نگهداری شد. آبیاری

کرد میزان سدیم برگ با صفات پتاسیم برگ و نسبت پتاسیم به سدیم در ریشه، ساقه و برگ همبستگی منفی و معنی‌دار دارد (جدول ۶).

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 در جدول ۲ مشاهده می‌شود، از نظر وزن خشک ساقه، بیشترین مقدار مربوط 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 مقدار بودند. از نظر طول نهال ارقام کله‌قوچی و ابراهیمی (۲۴ سانتی‌متر) بیشترین و ارقام G1 و G3 (۲۰/۷ سانتی‌متر)، 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 سانتی‌متر مربع بود و ارقام G3، فندق و ابراهیمی به ترتیب ۲۲/۹۳، ۲۲/۹۰ و ۲۳/۱۷ سانتی‌متر مربع کمترین سطح برگ را داشتند. رقم کله‌قوچی (۲/۴۶ میلی‌متر) 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 کله‌قوچی به ترتیب با رتبه ۸/۵ و ۸ به عنوان ارقام پر رشد و ارقام G3 و سیف الدینی با رتبه‌های 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 منیزیم در ریشه، ساقه و برگ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. از نظر درصد سدیم برگ، بیشترین مقادیر مربوط به ارقام فندق 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 قبلاً 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.

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 ۱/۷۵ و 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 آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح 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 تیمار شوری ۱۵ و ۳۰ دسی زیمنس بر متر معنی‌دار نبود که نشان دهنده عدم تاثیر افزایش 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 (جدول ۳). نتایج تجزیه همبستگی نیز، همبستگی‌های منفی و معنی‌دار بین سطوح شوری و خصوصیات رشدی پسته را نشان داد. نتایج مشخص

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات رشدی پسته
Table 2- 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	مساحت برگ Leaf area (cm ²)	قطر نهال Seedling diameter (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 ژنوتیپ‌های 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 Ahmadaghahi	1.8 bc	2.6 ab	20 bc	1.3 a	11.8 a	30.27 a	2.3 ab
فندق 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 زرد 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 different (ns) based on Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۳- مقایسه میانگین های ارقام بر اساس غلظت عناصر معدنی (درصد) در قسمت های 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⁺	K ⁺
ارقام و ژنوتیپ های پسته									
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
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
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
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
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
احمد آقایی Ahmadaghahi	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
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
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
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
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
بادامی زرد 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
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
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

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی دار با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن ($P<0.05$) نمی باشند
Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P<0.05$) based on Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های 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 ژنوتیپ‌های 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
فندق 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.

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 (جدول ۴).

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 عناصر عنوان شده است (۳، ۱۳ و ۱۵). در خاک‌های 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

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، فندق و اکبری حساس به شوری و ارقام G1، G2 و G3 و احمدآقایی متحمل به

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 (جدول ۶). 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 فندق و بادامی نشان دادند که به ترتیب در هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک ۱/۹۲ و ۰/۴۸ میلی موس در قسمت‌های هوایی گیاه و ۸ و ۹/۶ میلی موس در ریشه گیاه کاهش

رشد معنی‌داری را بوجود می‌آورد. 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

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

جدول ۶- 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 Ca ⁺² leaf	میزیم برگ Mg ⁺² leaf	ساقه Na+/K+ ShootNa+/K+	ریشه Na+/K+ RootNa+/K+	برگ Na+/K+ LeafNa+/K+
1	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	-0.85	-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 Ca ⁺² leaf	0.93	-	-	-	-0.8	-	-	-	-	-	1				
میزیم برگ Mg ⁺² leaf	0.95	-	-	-	-0.8	-	-	-	-	-	-	1			
ساقه Na+/K+ ShootNa+/K+	-0.83	0.98	0.99	0.99	0.97	-	-	0.98	-0.92	0.86	-	-	1		
ریشه Na+/K+ RootNa+/K+	-0.93	0.99	0.98	0.99	0.99	-	-	0.99	-0.84	0.94	-	-	0.98	1	
برگ Na+/K+ 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 aerror	4	0.47	0.3	496011	5.4	0.3	16.7	0.12
واریه (b) Variant(b)	9	0.5*	0.11	427087.1*	5.24*	0/63*	21.96*	0.16
خطای a*b	18	0.24	0.12	552776.6	2.6	0.39	3.04	0.05
خطای 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

خاک و جذب یون پتاسیم را تایید می کند (جدول ۶). شاخص نسبت پتاسیم به سدیم در برگ با شوری ۰/۶ دسی زمینس بر متر ۱۷/۵ است و در شوری های ۱۵ و ۳۰ دسی زمینس بر متر به ترتیب به ۱/۳۵ و ۰/۷۷ کاهش یافت (جدول ۴).

سپاسخواه و مفتون (۲۵) نیز گزارش کردند افزایش غلظت یون سدیم، جذب یون پتاسیم توسط ریشه را کاهش می دهد و در نتیجه نسبت یون پتاسیم به سدیم کاهش می یابد و این نسبت می تواند معیاری برای مطالعه تحمل گیاهان به شوری باشد و در تحقیق حاضر نیز رقم کله قوچی با بالاترین میزان این نسبت در برگ حساس ترین رقم نسبت به شوری می باشد.

به طور کلی نتایج نشان می دهد که ارقام پسته از نظر میزان جذب و همچنین تجمع این عناصر در اندام های گیاه به طور متفاوت عمل می کنند 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 می دهند 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 می شود. در این رابطه ممکن است سدیم از شیر خام بازیافت شده و در ریشه و ساقه باقی مانده و به برگ منتقل نشود (۸، ۱۷، ۲۸ و ۲۹)، احتمالاً چنین فرایندی در ژنوتیپ های محلی پسته (G1، G2، G3) نیز اتفاق می افتد و باعث

نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش میزان شوری، میزان سدیم و کلسیم در ریشه، ساقه و برگ افزایش یافت. علی پور و حسینی فرد (۲) نشان دادند با افزایش میزان شوری آب آبیاری در نهال های پسته به دلیل افزایش غلظت یون های 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 می شود، بنابراین غلظت یون های سدیم و کلر در ریشه، ساقه و برگ افزایش یافته و غلظت یون پتاسیم در این اندام ها کاهش می یابد، همچنین با توجه به این که یون کلسیم به عنوان واسطه، نقش انتقال پیام تنش شوری را در گیاه ایفا می کند، غلظت آن در شرایط تنش شوری در اندام های گیاه افزایش می یابد. 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 می شود. انتقال بیش از حد سدیم به برگ ها در بسیاری از موارد منجر به مرگ بخش هوایی گیاه و حتی مرگ کل گیاه می شود. در شرایط سازگار به شوری، تجمع سدیم در چوب تنه و ریشه موجب عدم انتقال آن به بخش هوایی گیاه می شود.

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

منابع

- 1- Abtahi A., and Karimiyan N.J. 1994. Response of seedlings of two varieties of pistachios in relation to the amounts and 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 Chamran martyr. 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 Ionic Relations, 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 Review of Plant Physiology, 28: 89-252.
- 9- Greenway H., and manuus R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in non- halophytes, Annual Review 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^+ exchange 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. 9th Iranian soil science Conference, Karaj, p: 311-312.
- 16- Mohamad-khani A.R. 1996. Determining the relative resistance of the base pistachio salt (sodium chloride) due to changes in respiratory openings, uptake and transport. Master Thesis, Faculty of Agriculture, 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 Breeding in 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 land issues 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.