

پاسخ دانهال‌های پسته رقم قزوینی (*Pistacia vera* cv. Ghazvini)

به سطوح مختلف روی و کلرید سدیم

مصطفی طالبی،^{۱*} وحید مظفری و احمد تاج‌آبادی پور

دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه ولی عصر رفسنجان؛ msctalebi@yahoo.com

استادیار دانشگاه ولی عصر رفسنجان؛ vmozafary@yahoo.com

استادیار دانشگاه ولی عصر رفسنجان؛ ahtajabadi@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مقادیر متفاوت روی و سطوح مختلف شوری بر پارامترهای رشد و ترکیب شیمیایی دانهال‌های پسته رقم قزوینی، یک آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور، شامل شوری در پنج سطح (۰، ۸۰۰، ۱۶۰۰، ۲۴۰۰ و ۳۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک از منبع کلرید سدیم) و روی در چهار سطح (۰، ۵، ۱۰، ۱۵ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک از منبع سولفات روی) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه اجرا شد. نتایج نشان داد که افزایش شوری خاک موجب کاهش شدید و معنی دار پارامترهای رشد گردید. به طوری که تیمار ۳۲۰۰ میلی گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک موجب کاهش میانگین وزن خشک اندام هوایی، ریشه، ارتفاع گیاه و سطح برگ به ترتیب به میزان ۳۳، ۷۶، ۱۴ و ۳۵ درصد نسبت به شاهد گردید. همچنین در این سطح شوری کاربرد ۱۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک میانگین پارامترهای ذکر شده را به ترتیب ۲۰، ۷۱، ۳۱ و ۴۱ درصد افزایش داد. افزایش شوری خاک موجب کاهش معنی دار غلظت عناصر روی و کلسیم به ترتیب به میزان ۴۸ و ۳۰ درصد و افزایش بیش از هفت برابری غلظت سدیم در اندام هوایی شد. در ریشه بر عکس اندام هوایی با افزایش شوری غلظت روی از ۱۷/۵۶ در شاهد به ۲۱/۲۷ میلی گرم بر کیلوگرم در بالاترین سطح شوری رسید. غلظت کلسیم در اندام هوایی نیز تا سطح سوم شوری حدود ۳۰ درصد افزایش یافت، لیکن با افزایش بیشتر شوری کاهش معنی دار حاصل کرد. کاربرد روی غلظت عناصر روی و کلسیم را در اندام هوایی به ترتیب حدود ۶۰ و ۳۴ درصد افزایش و غلظت سدیم در ریشه را حدود ۲۰ درصد کاهش داد. شوری همچنین موجب کاهش معنی دار K/Na و Ca/Na در اندام هوایی و ریشه شد، لیکن کاربرد ۱۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک در سطح دوم شوری، نسبت Ca/Na در اندام هوایی را حدود دو برابر افزایش معنی دار داد ولی بر نسبت K/Na تأثیر معنی داری نداشت.

واژه‌های کلیدی: شوری، پسته (رقم قزوینی)، روی

مقدمه

غیر نفتی می باشد. طبق آخرین آمار موجود در حال حاضر بیش از ۴۲۰ هزار هکتار باغ پسته بارور و غیربارور در ایران وجود داشته که در حدود ۸۰ درصد از این باغ‌ها در استان کرمان قرار دارد (دفتر آمار و فن آوری اطلاعات، ۱۳۸۴). در ایران عمده اراضی زیر کشت پسته در حاشیه کویر

در خاک‌های آهکی شور تأثیر سوء بعضی از یون‌ها نظیر بی‌کربنات، بر، منیزیم و به‌خصوص سدیم و عدم تعادل صحیح میان غلظت عناصر غذایی عامل اصلی کاهش رشد گیاه به حساب می‌آید (مظفری، ۱۳۸۴ و Mozaffari و Malakouti، ۲۰۰۶). پسته (*Pistacia vera* L.) از عمده‌ترین محصولات صادراتی

۱- نویسنده مسئول، آدرس: رفسنجان، دانشگاه ولی عصرعج، دانشکده کشاورزی، گروه خاکشناسی، کد پستی ۷۷۱۳۹۳۶۴۱۷

* دریافت: ۸۷/۷/۳۰ و پذیرش: ۸۸/۷/۲۱

افزایش شوری به طور معنی‌داری فتوستتز کاهش یافت که این خود می‌تواند بیانگر این مطلب باشد که روی توانسته اثر مخرب شوری زیاد را کاهش دهد و از کاهش زیاد فتوستتز بکاهد. پژوهش ذکر شده همچنین نشان داد با مصرف روی، غلظت پرولین برگ و فعالیت آنزیم پراکسیداز در ریشه، بیش از ۲۰ درصد به ترتیب افزایش و کاهش حاصل نمود. کشاورز و ملکوتی (۱۳۸۳) نشان دادند که شوری موجب تغییر ساختمانی در ساقه گندم شده و تعداد دستجات آوندی و همچنین قطر آوندها را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش داد، در حالیکه روی (Zn) اثر منفی شوری را کاهش و تعداد دستجات آوندی و قطر آنها را افزایش داد. نظر به اهمیت اقتصادی پسته به عنوان محصولی ارزش‌آور و همچنین شور بودن خاک بیشتر مناطق پسته‌کاری کشور، این مطالعه به منظور بررسی اثرات عنصر روی در افزایش مقاومت این گیاه در برابر تنش شوری انجام گردید.

مواد و روش‌ها

خاک (Coarse loamy, mixed, semi active,) calcareous, thermic, Typic Torrifluvents از عمق ۰-۳۰ سانتی متری از یکی از باغ‌های پسته رفسنجان تهیه و پس از خشک کردن در هوا و عبور از الک ۲ میلی‌متری بعضی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله pH در خمیر اشباع به وسیله الکتروود شیشه‌ای (Richards, ۱۹۵۴)، شوری یا قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع با استفاده از دستگاه کاندکتیویته متر، بافت به روش هیدرومتر (Bouyoucos, ۱۹۵۱)، درصد کربن آلی (Jackson, ۱۹۷۵)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسید کلریدریک (Richards, ۱۹۵۴)، فسفر قابل استفاده (Olsen, ۱۹۵۴)، غلظت روی قابل استفاده (Norvel و Lindsay, ۱۹۷۹) و غلظت پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیم (Richards, ۱۹۵۴) تعیین گردید (جدول ۱). بذرها را پسته (رقم قزوینی) از موسسه تحقیقات پسته کشور تهیه و پس از جداسازی پوست سخت بر علیه قارچ، ضد عفونی و جهت جوانه زدن برای کاشت به مدت چند روز میان پارچه‌های متقال مرطوب در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شد.

آزمایش در شرایط گلخانه‌ای و به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار صورت گرفت. فاکتور روی شامل چهار سطح ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک از منبع سولفات روی، و فاکتور شوری شامل پنج سطح ۰، ۸۰۰، ۱۶۰۰، ۲۴۰۰ و ۳۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع کلرید سدیم بودند. مقدار پنج کیلوگرم از خاک تهیه شده را ابتدا درون

قرار دارد و یکی از مشکلات عمده این اراضی شوری خاک و آب آبیاری است. کاهش رشد پسته با افزایش شوری آب و خاک توسط محققان مختلف گزارش شده است (تاج‌آبادی پور، ۱۳۸۳؛ مظفری، ۱۳۸۴؛ Sepaskhah و Maftoun, ۱۹۸۱؛ Walker و همکاران، ۱۹۸۸؛ Picchioni و همکاران، ۱۹۹۰؛ Ferguson و همکاران، ۲۰۰۲). خوشگفتارمنش (۱۳۸۳) طی تحقیقی که در باغ‌های پسته انجام داد بیان نمود که مشکلات تغذیه‌ای در باغ‌های پسته علاوه بر کمبود شدید پتاسیم، کمبود روی، آهن، مس و منگنز و نیز فقر شدید مواد آلی است که خیلی از این عوامل محدود کننده ناشی از شور بودن و pH قلیایی و درصد بالای آهک در نیم‌رخ بیشتر خاک‌ها می‌باشد. تحقیقات متعددی که در زمینه مهار شوری انجام گردیده نشان می‌دهد که کاربرد بعضی از عناصر غذایی از جمله پتاسیم (تاج‌آبادی پور، ۱۳۸۳؛ مظفری، ۱۳۸۴؛ Satti و Lopez, ۱۹۹۴)، فسفر، کلسیم و روی (مظفری، ۱۳۸۴) می‌تواند از تأثیر سوء شوری خاک یا آب بکاهد و به عبارت دیگر تحمل نسبی گیاه را به تنش شوری افزایش دهد.

کمبود روی یکی از معمولی‌ترین کمبودهای عناصر غذایی کم مصرف است. روی برای انسجام غشا سلولی ریشه ضروری بوده و افزایش غلظت خارجی این عنصر احتمالاً می‌تواند اثر منفی NaCl را با محدود نمودن جذب سدیم (Na^+) و کلرید (Cl) و یا انتقال این عناصر در داخل گیاه را کاهش دهد (Alpasalan و همکاران، ۱۹۹۹). اردلان و ثواقبی (۱۳۸۱) ضمن تحقیق بر روی پسته در خاک‌های آهکی نشان دادند که اثر اصلی روی بر وزن خشک ریشه در سطح پنج درصد و وزن خشک اندام‌های هوایی در سطح یک درصد معنی‌دار شد. Hassan و همکاران (۱۹۷۰) همبستگی مثبت بین شوری، روی و منگنز و همبستگی منفی با آهن و مس را در جو گزارش نمودند. صالح (۱۳۷۸) گزارش نمود که اضافه نمودن روی، اثر سوء کلرید سدیم را در برنج و باقلا تعدیل کرد. Khoshgoftarmanesh و همکاران (۲۰۰۲) نیز نشان دادند که روی نقش مهمی در بهبود عملکرد و کیفیت گندم در شرایط شور دارد در پژوهشی که توسط مظفری (۱۳۸۴) بر روی دانه‌های پسته انجام گرفت مشخص گردید با مصرف ۱۰ میلی‌گرم روی میزان فتوستتز تا حدود ۴۰ درصد نسبت به شاهد (سطح صفر روی) افزایش یافت. همچنین اثرات متقابل سطوح شوری و روی نشان داد، در سطح ۱۰ میلی‌گرم روی بر کیلوگرم خاک، با افزایش شوری کاهش معنی‌داری در میزان فتوستتز ایجاد نگردید، اما در سطح صفر و یا ۲۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم با

همچنین با افزایش مصرف روی از صفر به ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک وزن خشک اندام هوایی افزایش معنی داری حاصل نمود (حدود ۲۰ درصد)، اما با افزایش میزان روی به ۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم تغییر معنی داری نسبت به شاهد مشاهده نشد، که احتمالاً به دلیل بهم خوردن تعادل عناصر غذایی، مخصوصاً عناصر کم مصرف می باشد (مظفری، ۱۳۸۴).

با افزایش شوری از صفر به ۸۰۰، ۲۴۰۰ و ۳۲۰۰ میلی گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک، میانگین وزن خشک ریشه به ترتیب ۳۲، ۵۶ و ۷۶ درصد کاهش یافت. بر این اساس وزن ریشه تحت تأثیر شوری از حدود ۱/۲ تا ۲ برابر (به ترتیب در سطح ۸۰۰ و ۳۲۰۰ میلی گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک) اندام هوایی کاهش پیدا کرد. این نتایج با یافته‌های تاج آبادی پور (۱۳۸۳) و شهریاری (۱۳۸۶) نیز مطابقت دارد، در حالی که مظفری (۱۳۸۴) در تحقیقات خود که بر روی رقم بادامی ریز زرنند پژوهش کرد به این نتیجه رسید که کاهش وزن برگ دانهال‌های پسته بیشتر از ریشه تحت تأثیر شوری قرار گرفت. روند تغییرات وزن خشک ریشه در سطوح مختلف روی در جدول ۴ ارائه شده است.

میانگین وزن خشک ریشه با افزایش روی تا سطح ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک افزایش معنی داری حاصل نمود، به گونه‌ای که از ۲/۴۸۱ به ۴/۲۴۴ گرم بر هر دانهال رسید و افزایش وزن خشک ریشه همانند اندام هوایی در سطح بالای روی (۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) نسبت به شاهد معنی دار نگردید. کاهش رشد پسته با افزایش شوری آب و خاک توسط محققان مختلف گزارش گردیده است (ابطحی، ۱۳۸۰؛ Picchioni و همکاران، ۱۹۹۰؛ Ferguson و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین کاهش وزن خشک در اثر شوری در زیتون (Bartolini و همکاران، ۱۹۹۱)، مرکبات (Walker و همکاران، ۱۹۸۳؛ Ben-Hayem و همکاران، ۱۹۸۷) و انگور (Stevens و همکاران، ۱۹۹۶) گزارش شده است. کاهش رشد پسته در اثر آب آبیاری شور می‌تواند مربوط به سمیت یون‌های کلرید و سدیم (Picchioni و همکاران، ۱۹۹۰)، افزایش فشار اسمزی محلول خاک (Sepaskhah و Maftoun، ۱۹۸۸)، تأثیر سوء املاح بر فتوسنتز (Behboudian و همکاران، ۱۹۸۶)، و فعالیت آنزیمی (Talebi و همکاران، ۲۰۰۷) باشد. مظفری (۱۳۸۴) نشان داد که افزایش شوری موجب کاهش معنی دار وزن خشک برگ، ساقه، و ریشه نهال پسته رقم بادامی ریز زرنند گردید. کشاورز و ملکوتی (۱۳۸۳) مشاهده کردند که شوری موجب کاهش معنی دار وزن ریشه و اندام هوایی گندم گردید. ضمن اینکه مصرف

کیسه‌های پلاستیکی ریخته، عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر اساس آزمون خاک از منابع اوره و پتاسیم دی هیدروژن فسفات با غلظت ۵۰ میلی گرم در کیلوگرم و سولفات آهن و منگنز با غلظت ۵ میلی گرم بر کیلوگرم به صورت محلول و همچنین سطوح مختلف روی مورد آزمایش به صورت محلول به خاک داخل کیسه‌ها اضافه گردید. پس از رساندن رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه، خاک موجود در هر کیسه به خوبی مخلوط و به داخل گلدان‌های پلاستیکی پنج کیلوگرمی منتقل شد. در هر گلدان تعداد ۸ بذر جوانه زده در عمق ۳ سانتی متری کشت و آبیاری گلدان‌ها به وسیله آب مقطر در حد ظرفیت زراعی با توزین مرتب آنها صورت گرفت. تیمارهای شوری نیز به سه قسمت مساوی تقسیم شده و پس از استقرار کامل نهال‌ها (هفته ششم پس از کشت)، به فاصله زمانی ۱۰ روز به صورت محلول به گلدان‌ها اضافه شد. در هفته دوازدهم، تعداد دانهال‌ها در هر گلدان به ۵ بوته تقلیل یافت. در پایان دوره رشد (هفته بیست و چهارم پس از کشت) تعداد، سطح برگ و همچنین ارتفاع گیاه اندازه‌گیری شد. در پایان، دانهال‌ها از محل طوقه قطع و ریشه‌ها نیز به دلیل سبک بودن خاک با دقت از خاک خارج و به منظور جلوگیری از هدررفت ریشه‌های موئین بر روی الک شستشو داده شد. اندام هوایی نیز پس از شستشو با آب مقطر در دمای ۶۵ درجه سلسیوس خشک و توزین گردید. یک گرم از نمونه‌های پودر شده اندام هوایی (برگ و ساقه) و ریشه در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به روش خشک سوزانی، خاکستر و به صورت محلول در آورده شد. در عصاره به دست آمده غلظت سدیم و پتاسیم توسط دستگاه نورسنج شعله‌ای، و غلظت کلسیم و روی توسط دستگاه جذب اتمی مدل GBC Avanta ver.1.33 اندازه‌گیری گردید.

نتایج و بحث

الف- وزن خشک اندام هوایی و ریشه

نتایج تجزیه واریانس (جدول‌های ۲ و ۳) بیانگر معنی دار بودن تأثیر روی و شوری بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه نهال‌های پسته می‌باشد در حالی که برهمکنش این دو فاکتور تأثیر معنی داری بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه نداشت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در جدول ۴ نشان داده شده است. میانگین وزن خشک اندام هوایی با افزایش شوری کاهش معنی داری نشان داد، به طوری که میانگین وزن خشک اندام هوایی در شوری ۸۰۰ و ۳۲۰۰ میلی گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک به ترتیب ۲۰ و ۳۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت.

در رابطه با تأثیر شوری بر ارتفاع گیاه پسته نتایج مشابهی توسط حکم آبادی و همکاران (۱۳۸۲)، تاج آبادی پور (۱۳۸۳) و مظفری (۱۳۸۴) مشاهده شد. شهریاری (۱۳۸۶) ضمن مطالعه تأثیر شوری، فسفر و روی بر رشد و ترکیب شیمیایی گیاه پسته عنوان نمود که ارتفاع ساقه در شوری‌های ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ میلی گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک نسبت به شاهد به ترتیب ۱۰، ۱۴ و ۲۶ درصد کاهش، همچنین سطح برگ در همین مقادیر شوری به ترتیب ۲۶، ۵۰ و ۷۶ درصد کاهش یافت. ولی با مقایسه کاهش ارتفاع ساقه با کاهش سطح برگ، نتیجه گرفت که ارتفاع ساقه در مقایسه با سطح برگ نسبت به شوری از حساسیت کمتری برخوردار است. این تحقیق همچنین نشان داد در تمام سطوح شوری، کاربرد روی (تا ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) توانست ارتفاع ساقه را نسبت به شاهد افزایش دهد و گرچه روی در شرایط غیر شور، تأثیر معنی داری بر سطح برگ نداشت ولی کاربرد ۱۰ میلی گرم روی در شوری ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم افزایش معنی دار سطح برگ را به همراه داشت.

ج- ترکیب شیمیایی اندام هوایی و ریشه

نتایج تجزیه واریانس برای غلظت عناصر روی، کلسیم، پتاسیم و سدیم و همچنین نسبت‌های Ca/Na و K/Na در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است.

روی

تأثیر روی و شوری بر غلظت روی در اندام هوایی و ریشه معنی دار گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان داد، مصرف روی موجب بالا رفتن معنی دار غلظت این عنصر در اندام هوایی و ریشه گردید (شکل ۱). مصرف ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم روی، غلظت روی اندام هوایی را از ۹/۹۹ به ۱۳/۳۱ و در ریشه از ۱۴/۴۵ به ۲۰/۷۲ میلی گرم بر کیلوگرم به طور معنی داری افزایش داد (جدول ۴ و شکل ۱). در مقابل بالاترین سطح شوری (۳۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک) غلظت روی اندام هوایی را نسبت به شاهد نزدیک به ۵۰ درصد کاهش داد. لیکن در ریشه با افزایش شوری غلظت روی از ۱۷/۵۶ به ۲۱/۲۷ میلی گرم بر کیلوگرم افزایش یافت (جدول ۵)، که این احتمالاً ناشی از اختلال در انتقال این عنصر از ریشه به اندام هوایی در شرایط شور می‌باشد.

مظفری (۱۳۸۴) در تحقیقی بر روی پسته نشان داد که با افزایش شوری غلظت روی در برگ، ساقه و ریشه افزایش یافت. برخی مطالعات نشان داده است که میزان روی قابل استفاده گیاه با افزایش شوری زیاد می‌گردد و دلیل این موضوع را جایگزینی روی قابل تبادل

۱۰ میلی گرم در کیلوگرم روی در شرایط شور وزن خشک اندام هوایی را تا ۱۸/۲ درصد افزایش داد. همچنین روی اگرچه وزن ریشه را افزایش داد ولی این تغییر معنی دار نبود. AbdEl-Hady (۲۰۰۷)، که تأثیر شوری و روی را بر گیاه جو مورد مطالعه قرار داد به این نتیجه رسید که در شوری کم (3000 mg I^{-1})، با افزایش ۳۰ میلی گرم روی، وزن خشک گیاه نسبت به شاهد ۶ درصد افزایش حاصل کرد، در حالی که در شوری زیاد (12000 mg I^{-1}) افزایش همین مقدار روی نسبت به شاهد، ۱۸ درصد از کاهش وزن را جبران نمود.

از مهم‌ترین دلایل کاهش وزن خشک اندام هوایی گیاه در شرایط شور سمیت یون‌هایی نظیر سدیم و کلر همراه با عدم تعادل تغذیه‌ای می‌باشد (Gunes و همکاران، ۱۹۹۶). در شرایط شور حلالیت عناصر کم مصرف فوق العاده کم بوده و کاهش حلالیت این عناصر موجب کمبود آن در گیاهان می‌گردد (Qadir و همکاران، ۱۹۹۷). El-Habbal و همکاران (۱۹۹۵) عنوان نمودند که کاربرد روی در شرایط شور توانست تأثیر سمیت برخی عناصر مانند سدیم و کلرید را بکاهد و دلیل این را افزایش رشد و توسعه سلولی عنوان نمودند.

ب- ارتفاع ساقه و سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس برای ارتفاع ساقه و سطح برگ نشان داد، اختلاف معنی داری بین سطوح مختلف شوری و روی وجود دارد اما اثرات متقابل آنها معنی دار نگردید. (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در جدول ۴ نشان داده شده است. افزایش شوری موجب کاهش معنی دار ارتفاع ساقه گردید. هرچند که بین سطوح مختلف شوری اختلاف معنی داری وجود نداشت ولی بیشترین میزان کاهش ارتفاع (۱۸ درصد) مربوط به سطح ۲۴۰۰ میلی گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک، نسبت به شاهد بود. سطح برگ نیز با افزایش شوری کاهش معنی داری حاصل کرد اما بیشترین مقدار کاهش مربوط به بالاترین سطح شوری (۳۲۰۰ میلی گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک) بود به گونه‌ای که سطح برگ از ۴/۶۰۴ به ۲/۹۸۲ سانتی متر مربع کاهش یافت. نتایج این پژوهش همچنین نشان داد، با افزایش مصرف روی (۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم) ارتفاع ساقه بیش از ۳۱ درصد افزایش حاصل کرد اما مقدار بیشتر روی اثر معنی داری بر ارتفاع ساقه نداشت. تأثیر روی بر سطح برگ نیز مشابه با ارتفاع گیاه بود، به گونه‌ای که بالاترین میزان سطح برگ در سطح سوم روی (۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم) دیده شد و کاربرد روی توانست سطح برگ را از ۲/۹۵۲ به ۴/۱۷۱ سانتیمتر مربع افزایش دهد.

با سدیم اعلام کرده اند. (Doering و همکاران، ۱۹۸۴؛ Ruiz و همکاران، ۱۹۹۷).

کلسیم و پتاسیم

تأثیر شوری بر غلظت کلسیم و پتاسیم در اندام هوایی و ریشه معنی دار گردید، لیکن تأثیر روی بر غلظت کلسیم معنی دار و در مورد غلظت پتاسیم معنی دار نگردید (جدول ۲ و ۳). مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که با افزایش کلرید سدیم از صفر به ۳۲۰۰ میلی گرم بر کیلو گرم خاک، غلظت کلسیم در اندام هوایی ۳۰ درصد کاهش یافت، در حالی که غلظت پتاسیم در تمام سطوح شوری، نسبت به شاهد افزایش معنی داری حاصل نمود که بیشترین افزایش مربوط به سطح دوم شوری (از ۱/۶۸۸ به ۱/۸۳۵ درصد) بود (شکل ۲ و جدول ۵). در ریشه برعکس اندام هوایی، غلظت کلسیم تا سطح ۲۴۰۰ میلی کلرید سدیم بر کیلو گرم خاک نسبت به شاهد افزایش معنی داری حاصل نمود اما در سطح بالاتر شوری، تفاوت معنی داری دیده نشد.

در حالی که غلظت پتاسیم تا سطح ۲۴۰۰ میلی گرم بر کیلو گرم کلرید سدیم تغییر معنی داری حاصل نکرد اما در سطح شوری بیشتر غلظت این عنصر ۳۰ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (شکل ۲ و جدول ۵).

حکم‌آبادی و همکاران (۱۳۸۲) عکس‌العمل برخی پایه‌های درختان پسته به زیاده‌ی بُر و کلرید سدیم در آب آبیاری را مطالعه و به این نتیجه رسیدند که با افزایش میزان غلظت کلرید سدیم از میزان پتاسیم ساقه و ریشه کاسته شد ولی بر غلظت پتاسیم برگ تأثیری نداشت. محمدی محمدآبادی (۱۳۷۴) به این نتیجه رسید که شوری در جذب پتاسیم قسمت هوایی پسته ایجاد اختلال نمی‌کند و اغلب، شوری باعث غلظت بیشتر پتاسیم در گیاه می‌شود. علت کاهش پتاسیم ریشه در غلظت‌های بالای کلرید سدیم، رقابت بین سدیم و پتاسیم در جذب توسط ریشه می‌باشد، در حالی که غلظت پتاسیم اندام هوایی با افزایش کلرید سدیم افزایش یافت. این موضوع بیانگر قدرت انتخابی بیشتر پسته در انتقال پتاسیم به اندام‌های هوایی در مقایسه با سدیم می‌باشد که به‌عنوان یکی از ساز و کارهای تحمل به نمک ارزیابی می‌گردد (Tattini, ۱۹۹۴). نتایج به‌دست آمده با یافته‌های Sepaskhah و Maftoun (۱۹۸۸) که بر روی پسته پژوهش نمودند و نایینی و همکاران (۱۳۸۳) که بر روی انار تحقیق نمودند هم‌خوانی دارد.

سدیم

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲ و ۳) نشان داد اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف شوری و روی

(اندام هوایی و ریشه) و اثرات متقابل آنها در اندام هوایی وجود دارد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن (جدول ۵) نشان داد که با افزایش شوری از صفر به ۳۲۰۰ میلی گرم کلرید سدیم در کیلو گرم خاک میانگین غلظت سدیم در اندام هوایی از ۰/۱۸ به ۱/۴۲۶ درصد و در ریشه از ۰/۳۹۲ به ۰/۷۳۳ درصد افزایش معنی‌داری حاصل نمود. Sepaskhah و Maftoun (۱۹۸۲) به این نتیجه رسیدند که گیاه پسته دارای مکانیسم دفع سدیم از برگ می‌باشد. لیکن نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار بیشتری از سدیم در اندام هوایی نسبت به ریشه تجمع پیدا نموده است. Hansen و Munns (۱۹۸۸) عنوان نمودند که عدم توانایی گیاهان دفع‌کننده سدیم در شرایط شور احتمالاً به دلیل جایگزینی کلسیم به وسیله سدیم در غشاء سلولی می‌باشد، که این جانشینی منجر به کاهش استحکام غشاء سلولی می‌شود و در نتیجه سدیم بیشتری از ریشه به قسمت‌های هوایی منتقل می‌شود. همچنین با توجه به معنی دار شدن اثرات متقابل روی و شوری در اندام هوایی (جدول ۲) مشخص شد که در تمام سطوح شوری، کاربرد ۱۰ میلی گرم بر کیلو گرم روی موجب کاهش معنی‌دار غلظت سدیم در اندام هوایی گردید اما شدت این کاهش در سطوح بالاتر شوری کمتر بود، به طوری که در سطح صفر شوری کاربرد ۱۰ میلی گرم در کیلو گرم روی غلظت سدیم را ۴۴ درصد ولی در بالاترین سطح شوری، تنها ۱۹ درصد نسبت به شاهد کاهش داد. این موضوع نشان می‌دهد در شوری‌های کم، روی می‌تواند اثرات مخرب سدیم را بهبود بخشد اما در شوری‌های بالا اثر سودمندی روی کاهش می‌یابد. حکم‌آبادی و همکاران (۱۳۸۲) گزارش کردند که با افزایش میزان غلظت کلرید سدیم، میزان سدیم و کلر برگ افزایش شدیدی نشان داد و پایه قزوینی به لحاظ اینکه میزان کلرور سدیم کمتری در برگ داشت نسبت به دو پایه دیگر مقاوم‌تر به شوری بود.

Picchioni و همکاران (۱۹۹۰) نیز گزارش کردند که با افزایش غلظت کلرید سدیم، میزان تجمع سدیم و کلر در برگ بیشتر می‌شود و در ارقام حساس‌تر معمولاً کلر و سدیم بیشتری تجمع می‌نمایند. در پژوهشی مشخص شد که مصرف روی حداکثر تا ۱۰ میلی گرم بر کیلو گرم خاک، موجب کاهش غلظت سدیم و افزایش غلظت پتاسیم در رقم‌های حساس به شوری در برنج می‌شود، ولی بر روی غلظت سدیم و پتاسیم در ارقام مقاوم به شوری تأثیری ندارد (Verma و Neue, ۱۹۸۴).

نسبت‌های Ca/Na و K/Na

تأثیر کاربرد شوری و روی بر نسبت‌های Ca/Na و K/Na در اندام هوایی و ریشه در جدول ۲ و ۳ نشان

اثر متقابل روی و شوری بر نسبت K/Na تأثیر معنی دار داشته است. شکل ۵ نشان می‌دهد که با افزایش شوری از صفر به ۳۲۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک، میانگین نسبت های K/Na و Ca/Na به ترتیب ۶۵ و ۴۴ درصد کاهش معنی داری حاصل کرد. اثر متقابل K/Na در ریشه در شکل ۶ نشان می‌دهد که با افزایش روی تا سطح ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک، نسبت K/Na در شوری صفر و ۱۶۰۰ میلی گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک به ترتیب از ۱/۳۹ به ۲/۴ (۷۲ درصد) و از ۰/۸۹ به ۱/۵ (۶۸ درصد) افزایش معنی دار یافت. که این افزایش در نسبت Ca/Na معنی دار نگردید.

برخی مطالعات نشان می‌دهد که نسبت بالای K/Na در گیاهان می‌تواند یک فاکتور مرتبط با تحمل به شوری باشد (Ashraf و McNeilly، ۱۹۹۰). در همین زمینه Ashraf و Naqvi (۱۹۹۱) نشان دادند که افزایش شوری خاک موجب کاهش نسبت‌های Ca/Na و K/Na در گیاه می‌گردد. همچنین این محققین نتیجه گرفتند که با افزایش نسبت Ca/Na و K/Na، جوانه زنی و رشد در گیاه بهبود حاصل کرد.

نتیجه گیری و پیشنهاد

با توجه به نتایج تحقیق انجام یافته، اثر سوء شوری بر وزن خشک اندام هوایی و ریشه و همچنین ارتفاع و سطح برگ دانه‌های پسته در رقم قزوینی نیز مورد تأیید قرار گرفت و تأثیر روی (سطح ۱۰ میلی گرم روی بر کیلوگرم خاک) باعث بهبود این پارامترها گردید. همچنین مشخص شد که در شرایط شور، روی نمی‌تواند نقش موثری در بهبود وضعیت این رقم داشته باشد. پیشنهاد می‌شود این گونه تحقیقات با رقم‌های دیگر پسته در گلخانه و در شرایط مزرعه انجام گیرد.

داده شده است. همانگونه که مشخص است تأثیر تیمارهای روی، شوری و همچنین اثرات متقابل آنها بر نسبت‌های ذکر شده در اندام هوایی معنی دار گردید. شوری موجب کاهش معنی‌دار میانگین نسبت K/Na در اندام هوایی گردید به طوری که در سطح صفر روی با کاربرد ۳۲۰۰ میلی گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک نسبت K/Na بیش از ۸۰ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. اما کاربرد ۱۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک در سطح شوری صفر موجب افزایش نسبت K/Na تا ۴۳ درصد در مقایسه با شاهد گردید (شکل ۳).

با وجود اینکه اثرات متقابل کاربرد روی و شوری بر نسبت K/Na معنی‌دار گردید اما هیچ‌کدام از سطوح روی نتوانست تأثیر معنی‌داری بر این نسبت در شوری‌های بالاتر از ۱۶۰۰ میلی گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک داشته باشد و تنها در سطوح شوری پایین‌تر تأثیرگذار بود. شکل ۴ تأثیر سطوح مختلف کلرید سدیم و روی بر نسبت Ca/Na در اندام هوایی را نشان می‌دهد، همانگونه که مشاهده می‌شود در شوری صفر با کاربرد ۱۰ میلی گرم روی در کیلوگرم خاک، نسبت Ca/Na از ۵/۹۷۳ به ۱۰/۹۱۳ افزایش معنی‌داری حاصل نمود. با افزایش کلرید سدیم، هر چند که نسبت Ca/Na کاهش معنی‌داری در سطح صفر روی پیدا کرد اما در شوری ۸۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک، با افزایش روی به میزان ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک، نسبت Ca/Na از ۳/۷۲ (تیمار شاهد) به ۷/۴۱ رسید. به عبارت دیگر نزدیک به ۲ برابر این نسبت را در اندام هوایی بهبود بخشید، لیکن در شوری‌های بالاتر تأثیر روی بر بهبود این نسبت همانند نسبت K/Na معنی‌دار نگردید.

نتایج تجزیه واریانس ریشه (جدول ۳) نشان داد که فاکتور روی و شوری بر نسبت های K/Na و Ca/Na

جدول ۱- بعضی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

سیلت	رس	Zn	P	K	O.M	FC	CCE	pH	ECe (dSm ⁻¹)
%		mg kg ⁻¹			%				
۲۳/۱	۵/۵	۰/۵	۵/۳۵	۱۰۰	۰/۵	۱۸	۱۲	۷/۵	۰/۹

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثرات مختلف شوری و روی بر پارامترهای رشد و ترکیب شیمیایی در اندام هوایی دانهال‌های پسته

میانگین مربعات									درجه آزادی	منبع تغییرات
سطح برگ	ارتفاع	وزن خشک	K/Na	Ca/Na	Zn	Na	Ca	K		
**۴/۸۱	**۳۰/۳۶	**۳/۱۸	**۱۸/۵۶	**۱۵/۳۱	**۱۷۸/۷	**۰/۱۸	**۰/۳۱	۰/۰۰۵	۳	روی
**۵/۱۳	*۱۰/۰۸	**۶/۲۱	**۳۰/۱۸۶	**۱۴۳/۲۲	**۹۵/۰۹	**۰/۴۱۷	**۰/۳۳۱	**۰/۰۳۸	۴	شوری
۰/۶۱	۴/۷۳	۱/۰۲	**۵/۱۶	**۴/۳۸	۱۲/۰۶	*۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۰۰۶	۱۲	شوری × روی
۰/۸۰	۳/۰	۰/۵۷	۱/۴۷	۱/۰۴	۱۰/۳۸	۰/۱۸	۰/۰۴	۰/۰۰۹	۴۰	خطا
۲۴/۹۷	۱۴	۲۲/۰۱	۲۶/۸۲	۲۱/۶۱	۲۷/۲۲	۷/۵۲	۱۶/۸۶	۵/۳۳		%CV

* و **، به ترتیب، معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد

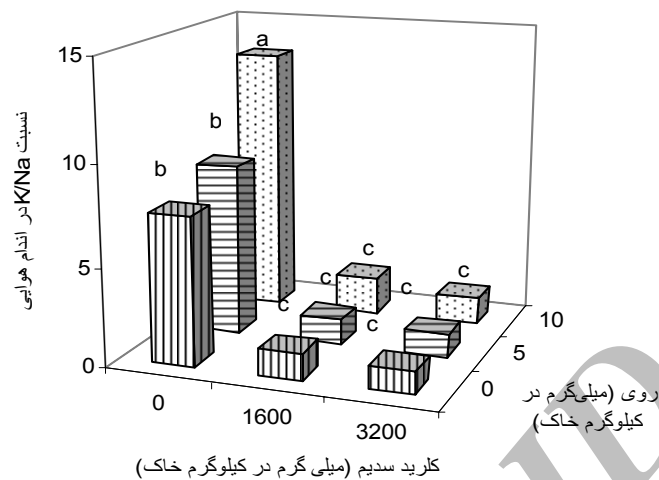


شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف روی بر غلظت روی اندام هوایی و ریشه (میلی گرم در کیلوگرم)

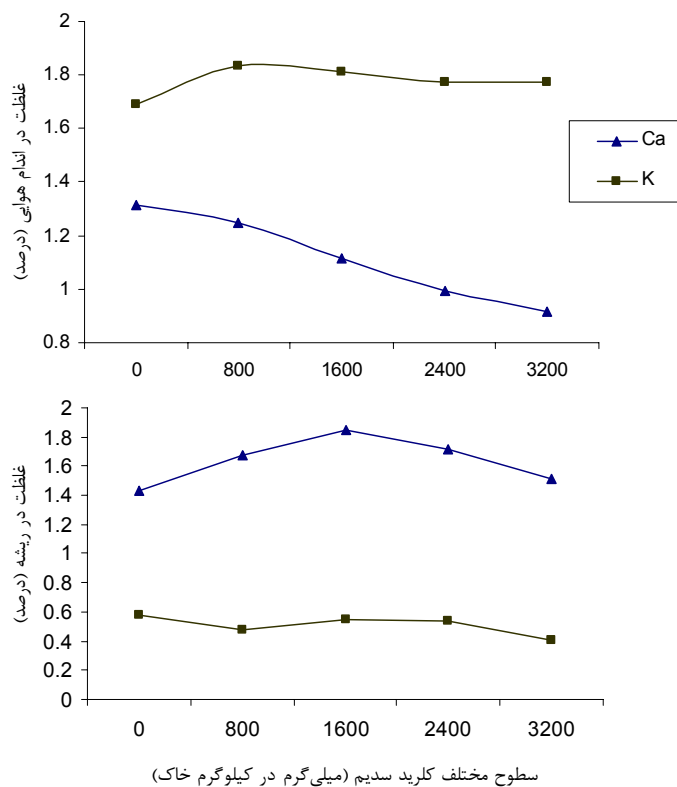
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثرات مختلف شوری و روی بر پارامترهای رشد و ترکیب شیمیایی در ریشه دانهال‌های پسته

میانگین مربعات							درجه آزادی	منبع تغییرات
وزن خشک ریشه	K/Na	Ca/Na	Zn	Na	Ca	K		
۸/۱۱**	۰/۹۲**	۰/۴۱	۲۳۳/۸۴**	۰/۰۸**	۱/۰۱**	۰/۰۲	۳	روی
۳۰/۹۲**	۱/۸۳**	۱۰/۹۴**	۴۱/۲۱*	۰/۲۴**	۰/۳۳**	۰/۰۶**	۴	شوری
۱/۹۵	۰/۱۴*	۰/۵۸	۵/۲۷	۰/۰۱	۰/۱۴*	۰/۰۱	۱۲	شوری × روی
۱/۰۱	۰/۱۰	۱/۲۵	۱۴/۹۸	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۱	۴۰	خطا
۳۲/۳۴	۲۸/۷۱	۲۲/۰۹	۲۰/۵۷	۱۷/۶۶	۱۶/۳۲	۲۳/۰۹		%CV

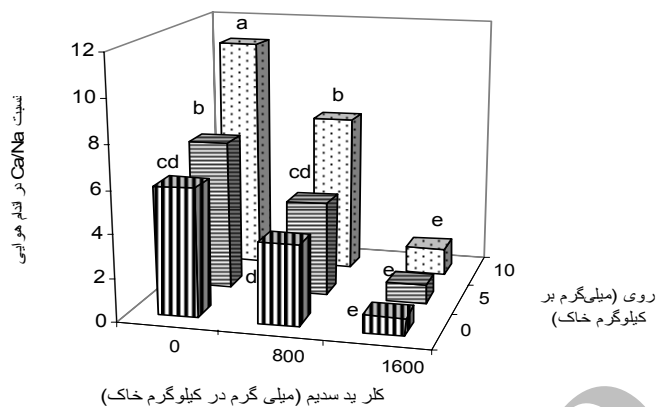
* و **، به ترتیب، معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد



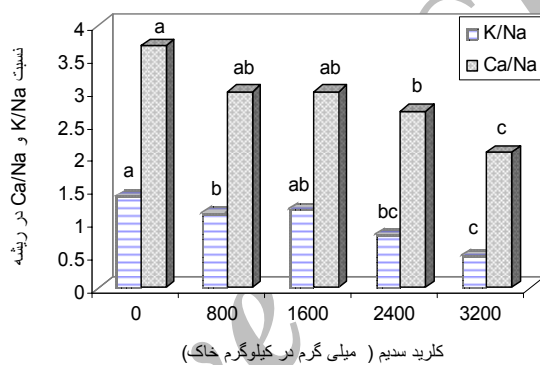
شکل ۲- تأثیر سطوح مختلف کلرید سدیم بر غلظت پتاسیم و کلسیم اندام هوایی و ریشه



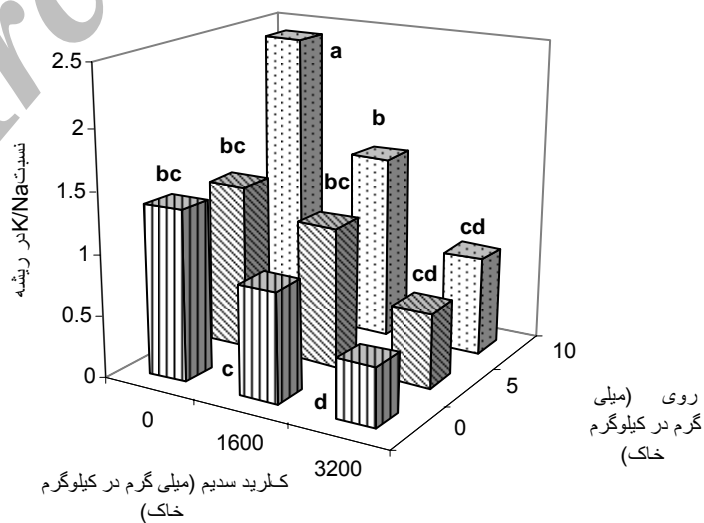
شکل ۳- تأثیر سطوح مختلف کلرید سدیم و روی بر نسبت K/Na در اندام هوایی



شکل ۴- تأثیر سطوح مختلف کلرید سدیم و روی بر نسبت Ca/Na در اندام هوایی



شکل ۵- تأثیر سطوح مختلف کلرید سدیم بر نسبت‌های Ca/Na و K/Na در ریشه



شکل ۶- تأثیر سطوح مختلف کلرید سدیم و روی بر نسبت Ca/Na در ریشه

جدول ۴- تأثیر کاربرد شوری و روی بر پارامترهای رشد دانه‌های پسته

میانگین	سطوح روی (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)				شوری (میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)
	۱۵	۱۰	۵	۰	
وزن خشک اندام هوایی (گرم)					
a۶/۰۲۰	۵/۸۹۷	۷/۰۲	۵/۷۷۷	۵/۳۸۷	۰
b۴/۸۳۰	۳/۷۵	۵/۷۴	۵/۰۳۷	۴/۷۹۳	۸۰۰
b۴/۷۷۵	۴/۵۹۳	۴/۶۶	۵/۵۶	۴/۲۸۷	۱۶۰۰
c۴/۰۵۹	۴/۴۲	۵/۴۳۷	۶/۰۷۳	۴/۳۰۷	۲۴۰۰
c۴/۰۰۲	۴/۵۹۳	۳/۹۲۷	۴/۰۳۳	۳/۴۵۳	۳۲۰۰
	B۴/۶۵۱	A۵/۳۵۷	A۵/۲۹۶	B۴/۴۴۵	میانگین
وزن خشک ریشه (گرم)					
a۵/۶۱۷	۵/۴۶۷	۷/۶	۴/۹۷	۴/۴۳	۰
b۳/۸۲۹	۲/۸۳	۶/۲۱۳	۳/۷۹	۲/۴۸۳	۸۰۰
c۲/۹۶۱	۳/۲۲۷	۳/۰۵۳	۳/۳۲۳	۲/۲۴	۱۶۰۰
c۲/۴۴۵	۱/۹۷۳	۲/۸۹۷	۲/۶	۲/۳۱	۲۴۰۰
d۱/۳۴۳	۱/۸۱	۱/۴۵۷	۱/۱۶۳	۰/۹۴	۳۲۰۰
	B۳/۰۶۱	A۴/۲۴۴	B۳/۱۶۹	B۳/۴۸۱	میانگین
ارتفاع گیاه (سانتی متر)					
a۱۳/۹۰۸	۱۴/۶۶۷	۱۶/۳	۱۲/۳۳۳	۱۲/۳۳۳	۰
b۱۱/۵۴۶	۹/۶۳۳	۱۳/۵۶۷	۱۱/۳۶۷	۱۱/۶۱۷	۸۰۰
b۱۱/۹۵۳	۱۱/۶۳۳	۱۳/۳۶۷	۱۲/۳۳۳	۱۰/۴۸۰	۱۶۰۰
b۱۱/۴۳۰	۱۱/۰۶۷	۱۳/۴۳۳	۱۴/۴۲	۱۰/۸۰	۲۴۰۰
b۱۲/۰۰۱	۱۲/۲۳۳	۱۴/۱۱۷	۱۲/۹۵۳	۸/۷۰۰	۳۲۰۰
	BC۱۱/۸۴۷	A۱۴/۱۵۷	B۱۲/۶۸۱	C۱۰/۷۸۶	میانگین
سطح برگ (سانتی متر مربع)					
a۴/۶۰۴	۴/۳۱۷	۵/۶۶۷	۴/۱۹۳	۴/۳۴۰	۰
bc۳/۴۴۰	۳/۰۴۰	۴/۰۷۳	۴/۴۳۰	۲/۲۱۷	۸۰۰
b۳/۷۹۶	۳/۷۳۷	۰۰۰/۴	۴/۰۹۰	۳/۳۵۷	۱۶۰۰
bc۳/۰۹۴	۲/۷۸۰	۳/۳۲۷	۳/۳۷۷	۲/۸۹۳	۲۴۰۰
c۲/۹۸۲	۲/۵۰۳	۳/۷۸۷	۳/۵۸۳	۲/۰۵۳	۳۲۰۰
	BC۲/۲۷۵	A۴/۱۷۱	AB۳/۹۳۵	C۲/۹۵۲	میانگین

میانگین‌هایی که در یک حرف کوچک یا بزرگ، مشترک هستند طبق آزمون دانکن از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشند

جدول ۵- تأثیر کاربرد شوری و روی بر غلظت عناصر اندام هوایی و ریشه دانه‌های پسته

میانگین	سطح شوری (میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)			
	Na (%)	Ca (%)	K (%)	mg kg ⁻¹ (Zn)
اندام هوایی				
b۰/۱۸۰	a۱/۳۱۴	b۱/۶۸۸	a۱۴/۸۳	۰
b۰/۲۳۹	ab۱/۲۴۸	a۱/۸۳۵	a۱۳/۲۳	۸۰۰
a۱/۲۴۸	bc۱/۱۱۷	a۱/۸۱۴	a۱۳/۰۷	۱۶۰۰
a۱/۳۳۳	cd۰/۹۹۶	a۱/۷۷۴	b۱۰/۳۵	۲۴۰۰
a۱/۴۲۶	d۰/۹۱۸	a۱/۷۷۳	b۷/۷۱	۳۲۰۰
ریشه				
c۰/۳۹۲	c۱/۴۲۷	a۰/۵۸۰	b۱۷/۵۶	۰
c۰/۳۸۹	ab۱/۶۷۲	bc۰/۴۷۹	b۱۷/۳۴	۸۰۰
b۰/۵۰۵	a۱/۸۴۵	ab۰/۵۴۹	b۱۷/۵۶	۱۶۰۰
b۰/۵۵۹	ab۱/۷۱۸	ab۰/۵۴۲	ab۲۰/۳۵	۲۴۰۰

a۰/۷۳۳	bc۱/۵۰۹	c۰/۴۰۳	a۲۱/۲۷	۳۳۰۰
اندام هوایی				سطح روی (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)
a۰/۹۷۶	b۰/۹۸۶	a۱/۷۵۰	c۹/۹۹	۰
a۰/۹۷۳	b۱/۰۷۲	a۱/۷۹۰	c۸/۱۵	۵
a۰/۷۴۸	b۱/۰۹۳	a۱/۷۸۰	b۱۳/۳۱	۱۰
a۰/۸۴۴	a۱/۳۳۲	a۱/۷۸۰	a۱۵/۹۱	۱۵
ریشه				
a۰/۶۱۴	a۱/۸۸۸	a۰/۴۸۲	b۱۴/۴۵	۰
b۰/۵۱۷	a۱/۸۱۷	a۰/۵۲۰	b۱۶/۸۰	۵
c۰/۴۳۹	b۱/۳۴۷	a۰/۵۵۷	a۲۰/۷۲	۱۰
bc۰/۴۹۴	b۱/۴۸۵	a۰/۴۸۴	a۲۳/۲۹	۱۵

میانگین‌هایی که در یک حرف کوچک یا بزرگ، مشترک هستند طبق آزمون دانکن از لحاظ آماری معنی دار نمی باشند

فهرست منابع:

۱. ابطحی، ع. (۱۳۸۰). واکنش نهال دو رقم پسته نسبت به مقدار و نوع شوری خاک در شرایط گلخانه. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (دانشگاه صنعتی اصفهان). جلد پنجم. شماره اول.
۲. اردلان، م. و غ. ثوابی. (۱۳۸۱). اثرات مصرف فسفر و روی بر رشد و ترکیب شیمیایی نهال پسته. مجله پژوهش در علوم کشاورزی. جلد دوم، شماره اول.
۳. تاج آبادی پور، ا. ۱۳۸۳. تأثیر کاربرد خاکی پتاسیم بر مقاومت نسبی سه رقم پسته به تنش آبی و شوری. رساله دکتری، بخش خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز. شیراز، ایران.
۴. حکم‌آبادی، ح.، ک. ارزانی، ی. دهقانی شورکی و ب. پناهی. (۱۳۸۲). پاسخ پایه‌های درختان پسته بادامی زرنده، سرخس و قزوینی به زیاده‌بری و سدیم کلراید در آب آبیاری. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. دانشگاه صنعتی اصفهان، سال هفتم، شماره چهارم.
۵. خوشگفتار منش، ا. ح. ۱۳۸۳. تعیین مهمترین عوامل محدود کننده تولید پسته در اراضی شور استان قم. پژوهش‌نامه استان قم، مجموعه مقالات تحقیقات استان قم، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان قم، شماره دوم، ص ۵۸-۷۲.
۶. دفتر آمار و فناوری اطلاعات. ۱۳۸۴. آمارنامه کشاورزی. جلد اول محصولات زراعی و باغی. سال زراعی ۸۳-۱۳۸۴. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی. تهران. ایران.
۷. شهریار، رقیه. ۱۳۸۶. تأثیر فسفر، روی و شوری بر رشد و ترکیب شیمیایی پسته. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر رفسنجان.
۸. صالح، ج. ۱۳۷۸. تأثیر سطوح شوری و سطوح و منبع روی بر رشد و ترکیب شیمیایی برنج و باقلا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، بخش خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
۹. کشاورز، پ. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۳. اثر روی و شوری بر رشد، ترکیب شیمیایی و بافت آوندی گندم. مجله علوم خاک و آب. ۱۹: ۱۱۵-۱۲۳.
۱۰. محمدی محمدآبادی، ا. ۱۳۷۴. ارزیابی مقاومت پایه‌های متداول پسته به سطوح مختلف شوری آب و رژیم آبیاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، بخش آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
۱۱. مظفری، و. ۱۳۸۴. بررسی نقش پتاسیم، کلسیم و روی در کنترل عارضه سرخشکیدگی پسته. رساله‌نامه دکتری، بخش خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۲. نائینی م. ر.، ح. لسانی، ا. ح خوشگفتار. و م. ه. میرزاپور. ۱۳۸۳. اثر تنش شوری ناشی از کلرور سدیم بر غلظت و توزیع عناصر معدنی و قندهای محلول سه رقم تجاری انار. مجله علوم خاک و آب. ۱۸(۱): ۹۷-۱۰۶.
13. AbdEl-Hady, B. A. 2007. Effect of zinc application on growth and nutrient uptake of barley plant irrigated with saline water. *J. Appl. Sci. Res.*, 3(6):431-436.
14. Alpaslan, M., A. Inal, A. Gunes, Y. Cikili, and H. Ozcan. 1999. Effect of zinc treatment on the alleviation of sodium and chloride injury tomato (*Lycopersicum esculentum* L. Mill, c.v lale) grown under salinity. *Tr. J. Botany.* 23:1-6.
15. Ashraf M. and T. McNeilly 1990. Responses of four Brassica species to sodium chloride. *Environ. Exp. Bot.* 30, 475-487.
16. Ashraf M. and M. I. Naqvi 1991. Growth and ion uptake of four Brassica species as affected by Na/Ca ratio in saline sand culture. *Z. Pflanzenemiihr. Bodenkd.* 155, 101-108.
17. Bartolini, G., C. Mazuelous, and A. Tranclso. 1991. Influence of Na₂SO₄ and NaCl salts on survival, growth and mineral composition of young olive plants in inert sand culture. *Adv. Hort. Sci.*, 5: 73-76.
18. Behboudian, M. H., R. R. Walker, and E. Torokfalvy, 1986. Effect of water stress and salinity on photosynthesis of pistachio. *Sci. Hort.* 29: 251-261.
19. Ben-Hayem, G., U. Kafkafi, and R. Ganmore-Neumann, 1987. Role of internal potassium in maintaining growth of cultured citrus on increasing NaCl and CaCl₂ concentrations. *Plant Physiol.* 85: 434-439.
20. Bouyoucos, G. J. 1951. A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soil. *Agron. J.* 43:434-438.
21. Doering, H. W., G. Schulze, and P. Roscher, 1984. Salinity effects on the micronutrient supply of plants differing in salt resistance proceedings of the 6th Interntl Colloquium for the optimization of plant nutrition. Montpellier, France; 165-175.
22. EL-Habbal, M. S., A. O. O. Sman, and M. M. Badram. 1995. Effect of some micronutrients fertilizers and transplanting on wheat productivity in newly reclaimed saline soil. *Annals Agric. Sci. Cairo*, 40: 145-152.
23. Ferguson, L., J. A. Poss, S. R. Grattan, G.M. Grieve, D. Wang. C. Wilson and C.T. Donovan Chao. 2002. Pistachio rootstocks influence scion growth ion relations under salinity and boron stress. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 127:194-199.
24. Gunes, A., A. Inal, and M. Alpasalan, 1996. Effect of salinity on stomatal resistance, proline and mineral composition of pepper. *J. Plant Nutr.* 19:389-396.
25. Hansen, E. H. and D. N. Munns, 1988. Effects of CaSO₄ and NaCl on mineral content of *Leucaena leucocephala*. *Plant Soil*, 107: 101-105.
26. Hassan, N. A. K., J. V. Drew, D. Knudson, and R. Olsen, 1970. Influence of soil sainity on production of dry matter and uptake and distribution of nutrients in barely and corn: I. *Barley Agron. J.* 62: 43-45.
27. Jackson, M. L. 1975. Soil chemical analysis, Advanced Course. Univ. Wi. College Agric., Dept. Soils, Madison, WI., U.S.A.
28. Khoshgoftarmanesh, A. H., B. Jaafaeri, and H. Shriatmadari. 2002. Effect of salinity on Cd and Zn availability. 17th world congress of soil science, Thailand.
29. Lindsay, W. L., and W. A. Norvell. 1979. Development of a DTPA soil test of Zn, Fe, Mn, Cu. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 42: 421-428.
30. Mozaffari, V. and M. J. Malakouti. 2006. An investigation of some causes of die-back disorder of Pistachio trees and its control through balanced fertilization in Iran. *Acta Hort.*, 726: 247-252.

31. Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanbe, and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorous in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circ. 939, U.S. Govern. Prin. Office, Washington, DC., USA.
32. Picchioni, G. A., S. Miyamoto, and J. B. Storey. 1990. Salt effects on growth and ion uptake of pistachio rootstock seedlings. *J. Am. Sci. Hort.* 115: 647-653.
33. Qadir, M., R. H. Qureshi, and N. Ahmed. 1997. Nutrient availability in a calcareous saline-sodic soil during vegetative bioremediation. *Arid Soil Res.*, 11: 343-352.
34. Richards, L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A. Handbook No. 60. Washington, DC., USA.
35. Ruiz, D., V. Martinez., and A. Cerda. 1997. Citrus response to salinity: growth and nutrient uptake. *Tree Physiol.* 17: 141-150.
36. Satti, S. M. E., and M. L. Lopez. 1994. Effect of increasing potassium levels for alleviating sodium chloride stress on the growth and yield of tomato. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 25: 2807-2823.
37. Sepaskhah, A. R. and M. Maftoun, 1982. Growth and chemical composition of pistachio cultivars as influenced by irrigation regimes and salinity levels of irrigation water. II. Chemical composition. *J. Hort. Sci.* 57: 469-476.
38. Sepaskhah, A. R. and M. Maftoun, 1988. Relative salt tolerance of pistachio cultivars. *J. Hort. Sci.* 63: 157-162.
39. Sepaskhah, A. R., and M. Maftoun. 1981. Growth and chemical composition of pistachio cultivars as influenced by irrigation regimes and salinity levels of irrigation water. I. Growth. *J. Hort. Sci.* 56: 277-284.
40. Stevens, R. M., G. Harvey, and G. Davies. 1996. Separating the effects of foliar and root salt uptake on growth and mineral composition of four grapevine cultivars on their own roots and on Ramsey rootstock. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 121: 569-575.
41. Talebi, M., V. Mozaffari, A. Tajabadipour, and S. Enteshari. 2007. The effect of soil zinc application on lipid peroxidation of cell membrane, phenolic compounds and flavonoids in Pistachio (*pistacia vera L.*) under salinity stress. Biogeochemistry of trace elements: The 9th International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements (ICBOTE) will be held in Beijing.
42. Tattini, M. (1994). Ionic relations of aeroponically-grown olive genotypes, during salt stress. *Plant Soil* 161: 251-156.
43. Verma, T. S. and H. U. Neue. 1984. Effect of soil salinity level and zinc application on growth yield and nutrient composition of rice. *Plant Soil.* 82: 3-14.
44. Walker, R. R., E. Torokflavy, A. M. Grieve, and L. D. Prior. 1983. Water relations and ion concentration of leaves on salt stressed citrus plants. *Aust. J. Plant Physiol.*, 10: 265-277.
45. Walker, R. R., E. Torokfaluy, and M. H. Behboudian. 1988. Photosynthetic rates and solute partitioning in relation to growth of salt treated pistachio plants. *Aust. J. Plant Physiol.* 15: 787-798.