

## تأثیر سطوح شوری و مس بر جذب برخی عناصر غذایی پر مصرف در شاخساره و ریشه دو

### رقم پسته (*Pistacia vera* L.)

سمانه اسکندری<sup>\*</sup>، وحید مظفری<sup>۲</sup>، احمد تاج آبادی پور<sup>۲</sup> و حسین دشتی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۸

### چکیده

در خاک‌های مناطق پسته خیز ایران، مخصوصاً رفسنجان به دلیل بالا بودن pH و شوری، جذب و حلالیت عناصر کم‌مصرف با مشکل جدی مواجه بوده و در نتیجه درختان پسته با کمبود این عناصر مواجه هستند. اتخاذ تدابیر و راهکارهایی از جمله کاربرد خاکی یا محلول‌پاشی عناصری چون مس برای کاهش و یا جبران کمبود این عناصر در گیاه پسته ضرورت دارد. بنابراین پژوهشی با هدف ارزیابی تأثیر سطوح مختلف مس و شوری بر جذب عناصر پر مصرف در شاخساره و ریشه دانه‌های پسته انجام شد. بدین منظور یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۷ در گلخانه‌ی دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان اجرا شد. تیمارها شامل پنج سطح شوری (۰، ۸۰۰، ۱۶۰۰، ۲۴۰۰ و ۳۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع کلرید سدیم معادل قابلیت هدایت الکتریکی ۲ تا ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر)، چهار سطح مس (۰، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ میلی‌گرم مس در کیلوگرم خاک از منبع سولفات مس) و دو رقم پسته (بادامی زرنندی و قزوینی) بودند. نتایج نشان داد که تنش شوری، جذب عناصر غذایی پر مصرف شامل فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم را در شاخساره و ریشه به طور معنی‌داری کاهش داد. کاربرد ۲/۵ میلی‌گرم مس در کیلوگرم خاک، باعث افزایش جذب فسفر، پتاسیم و منیزیم ریشه شد گرچه در مورد پتاسیم این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود. تیمار مس بر جذب عناصر شاخساره تأثیر معنی‌دار نداشت، تنها مصرف ۷/۵ میلی‌گرم مس در کیلوگرم خاک جذب پتاسیم شاخساره را کاهش داد. در مجموع جذب عناصر غذایی پر مصرف در رقم بادامی به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم قزوینی بود.

<sup>۱</sup> دانش‌آموخته کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ایران.

<sup>۲</sup> دانشیار گروه خاکشناسی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ایران.

<sup>۳</sup> دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، ایران.

\* ایمیل نویسنده مسئول: (samane.scandari@yahoo.com)

## مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات باغی است که با نام ایران در آمیخته و تولید آن در کشور ما سابقه‌ی تاریخی و طولانی دارد. پسته به عنوان یک محصول استراتژیک جایگاه خاصی در تولیدات کشاورزی دارد و بخش عمده‌ای از صادرات غیر نفتی را تشکیل می‌دهد. سازگاری این محصول با شرایط نامساعد محیطی از جمله شوری آب و خاک، مقاومت به خشکی و کم آبی، سبب گردیده تا جایگاه ویژه‌ای در مناطقی که دارای شرایط نامناسب کشت برای سایر محصولات (زراعی و باغی) هستند پیدا نماید و این امر از نظر اقتصادی در این مناطق دارای اهمیت خاصی است (۴۰).

طبیعت مواد مادری خاک‌ها از یک طرف و بارندگی کم از طرف دیگر سبب گردیده تا خاک‌های مناطق وسیعی از کشور شور و آهکی باشند. خصوصیات فیزیکوشیمیایی این خاک‌ها به گونه‌ای است که ظرفیت بالایی برای تثبیت عناصر غذایی و کاهش قابلیت جذب آن‌ها توسط گیاه داشته و در مواردی به صورت غیرمستقیم از طریق افزایش pH شیره سلولی ناشی از یون بیکربنات ( $\text{HCO}_3^-$ )، سبب غیرفعال شدن برخی عناصر در داخل گیاه جهت ورود به چرخه متابولیسم می‌شود (۴۰).

بررسی‌های انجام شده در اراضی شور نشان داده است که در این گونه اراضی غلظت زیاد املاح محلول در خاک، سبب کاهش جذب آب توسط گیاه یا خشکی فیزیولوژیک می‌گردد. در نتیجه رشد ریشه و متعاقب آن میزان جذب عناصر غذایی کاهش یافته و برای رشد بهینه بایستی عناصر غذایی بیشتری در اختیار گیاه قرار گیرد (۳۰). خوشگفتارمنش (۴) طی تحقیقی که در باغ‌های پسته استان قم 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 محدودکننده ناشی از شور بودن، pH قلیایی و درصد بالای آهک در نیمرخ بیشتر خاک‌ها می‌باشد. روابط بین شوری و عناصر غذایی معدنی در محصولات باغی از جمله پسته بسیار پیچیده است و بسته به شرایط آزمایش، محیط آزمایش (خاک یا محلول غذایی)، مدت آزمایش، نوع و ترکیب نمک به کار رفته و اندام گیاه نتایج متفاوت است. شوری موجب بروز نارسایی‌های گوناگون تغذیه‌ای در گیاه می‌شود که علت آن ممکن است مربوط به اثرات منفی شوری بر قابلیت جذب عناصر غذایی بوده و یا مربوط به اثر شوری در ایجاد رقابت بین یون‌ها برای جذب، انتقال و توزیع در بخش‌های مختلف گیاه باشد (۵). در مطالعات گسترده‌ای که پیرامون شوری و تغذیه گیاهی انجام گرفته، این مسئله به اثبات رسیده است که شوری باعث کاهش جذب و انباشت عناصر غذایی در گیاه می‌گردد (۹، ۱۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۳۴، ۳۸، ۴۲)، اما مدارک زیادی وجود ندارد که ثابت کند افزایش کوددهی در شرایط شور باعث افزایش عملکرد محصول

می‌گردد (۵). گراتان و گریو (۲۶) اظهار داشتند که شوری می‌تواند به صورت مستقیم جذب عناصر غذایی را تحت تأثیر قرار دهد، به طوری که  $Na^+$  جذب  $K^+$  را کاهش می‌دهد.

دمیرال (۲۱) طی آزمایشی که بر روی گیاه زیتون در محیط شن‌کشت (sand culture) انجام داد، نشان داد که رابطه معنی‌داری بین کلریدسديم و عناصر غذایی پرمصرف وجود دارد. بدین صورت که شوری غلظت کاتیون‌های پتاسیم، کلسیم و منیزیم را کاهش داد که این کاهش در مورد پتاسیم شدیدتر بود. گارسیا-سانچز و همکاران (۲۴) در تحقیقی که در شرایط مزرعه‌ای انجام دادند، ملاحظه کردند با افزایش شوری، غلظت کلسیم برگ در لیمو افزایش یافت لیکن در سطوح شوری بالا، غلظت منیزیم در برگ کاهش یافت این در حالی بود که غلظت پتاسیم تحت تأثیر تیمار شوری قرار نگرفت، در نتیجه نسبت پتاسیم به سديم کاهش یافت. این محققان عنوان کردند که این عدم تعادل پتاسیم ممکن است به اختلالات زیست‌شیمیایی منجر شده و به عملکرد یا کیفیت میوه آسیب برساند. محمدخانی (۱۲)، نشان داد که غلظت‌های بالای کلریدسديم در خاک یا آب آبیاری به کاهش جذب پتاسیم در درخت پسته منجر می‌شود که نتیجه آن ممکن است کمبود پتاسیم و افزایش آثار سوء کلریدسديم را به همراه داشته باشد. آنان عنوان نمودند که در شرایط شور، توجه به تغذیه درختان پسته به خصوص مصرف کودهای پتاسیم‌دار از عوامل مهم بهبود عملکرد است.

مس از جمله عناصر ضروری و کم مصرف برای رشد و توسعه گیاهان بوده و نقش عمده‌ی آن در گیاه، فعال نمودن آنزیم‌های دهیدروژناز، اکسیداز، آسکوربیک اسید اکسیداز و غیره می‌باشد (۳۱). مس به‌عنوان کوفاکتور در برخی آنزیم‌ها مانند سوپراکسید دسموتاز مس-روی (SOD)، عمل می‌کند. اثرات مثبت مس روی فعالیت نیترات ریداکتاز نیز شناخته شده است (۳۳). همچنین این عنصر در اکسیداسیون مواد و اعمال سلولی مهم از جمله ساخت رنگدانه‌ها و نفوذپذیری غشای پلاسمایی نقش دارد (۱۹). عنصر مس نقش حیاتی در سوخت و ساز ایفا می‌کند، ولی به‌علت محدودیت‌های خاکی در مناطق پسته‌کاری، کمبود این عنصر شایع می‌باشد (۱۷). نشانه‌های کمبود مس معمولاً همراه با کمبود روی مشاهده می‌شود و کمبود آن در پسته باعث کاهش رشد رویشی و بد شکلی مغز می‌گردد (۱۷). علائم کمبود مس در درختان پسته در اواخر تیر تا اواسط مرداد ماه مشاهده می‌شود. در کمبود این عنصر برگ‌های تشکیل شده در انتهای شاخساره به شدت کوچک و گرد می‌شوند. نتیجه‌ی آن نکروزه شدن برگ‌های جوان انتهای شاخه است و در اواخر مرداد نوک شاخه ممکن است دچار پیچش شود (۷). شارما و چاید هری (۳۹) گزارش نمودند که کمبود عناصر غذایی کم مصرف ممکن است به علت مقدار کل کم آن‌ها و یا به دلیل فاکتورهای خاکی باشد که قابلیت دسترسی این عناصر را برای گیاهان کاهش می‌دهد. مس به مقدار کمی به وسیله گیاه جذب می‌شود، به

تأثیر سطوح شوری و مس بر جذب برخی عناصر غذایی پر مصرف در شاخساره و ریشه دو رقم پسته

نحوی که سطح بحرانی آن در بخش‌های سبزینه‌ای ۳۰ تا ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک می‌باشد. اگر مقدار مس در برگ‌ها از ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده خشک کمتر باشد، بروز علائم کمبود آن محتمل خواهد بود. برای اکثر گیاهان در صورتی که غلظت مس ۲۰ تا ۳۰ میکروگرم در گرم ماده خشک باشد، سبب مسمومیت گیاه می‌گردد (۱۴). با توجه به شور و آهکی بودن خاک‌های تحت کشت پسته استان کرمان و روند رو به افزایش آن، لزوم ارایه راهکار عملی جهت به حداقل رساندن اثرات مخرب این تنش امری ضروری است. کشت مداوم، انتخاب ارقام با عملکرد بالا، مصرف همه ساله و بیش از نیاز کودهای فسفاته، فرسایش، آبخوبی، عدم مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف و کودهای آلی، موجب کاهش ذخیره مس در خاک و در نتیجه کاهش عملکرد می‌شود (۳۱). بنابراین هدف از این تحقیق مقایسه تأثیر شوری بر دو رقم پسته و ارزیابی تحمل نسبی پایه‌های پسته به تنش شوری در اثر کاربرد مس است.

## مواد و روش‌ها

نمونه خاک مورد استفاده می‌بایست از نظر شوری و مس در حد پایینی باشد، بنابراین از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری مناطق مختلف استان کرمان نمونه‌های خاک جمع‌آوری گردید و پس از تجزیه آن‌ها خاک مورد نظر انتخاب و برای انجام آزمایش به گلخانه آورده شد. پس از هوا خشک کردن و عبور از الک ۲ میلی‌متری، برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک مذکور تعیین گردید (جدول ۱). هم‌چنین رده‌بندی خاک (۴۱) مورد آزمایش به شرح زیر بود:

Coarse Loamy, Mixed, Semi Active, Calcareous, Thermic, Typic Torrfluvents

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

مقدار	خصوصیت
۵/۵	رس (/)
۲۳/۱	سیلت (/)
۷۱/۴	شن (/)
۰/۵	ماده آلی (/)
لوم شنی	یافت
۱۸	ظرفیت زراعی (درصد وزنی)
۴	نقطه پژمردگی دائم (درصد وزنی)
۲۷	کربنات کلسیم معادل (درصد)
۱۲	ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی‌مول در کیلوگرم)
۷/۵	پ هاش
۱	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)
۵/۳	فسفر به روش اولسن (میلی‌گرم در کیلوگرم)
۱۰۰	پتاسیم عصاره‌گیری شده با استات آمونیوم (میلی‌گرم در کیلوگرم)
۰/۴	مس عصاره‌گیری شده با DTPA (میکروگرم در گرم خاک)
۰/۵	روی عصاره‌گیری شده با DTPA (میکروگرم در گرم خاک)
۳/۲	آهن عصاره‌گیری شده با DTPA (میکروگرم در گرم خاک)
۴/۷	منگنز عصاره‌گیری شده با DTPA (میکروگرم در گرم خاک)

بذرهای پسته (رقم بادامی زرد و قزویی) از موسسه تحقیقات پسته کشور تهیه و پس از جداسازی پوست سخت، با استفاده از قارچ کش بنومیل به میزان دو گرم در لیتر ضد عفونی شدند. سپس جهت جوانه زدن، به مدت چند روز میان پارچه‌های کتان مرطوب در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در اردیبهشت ماه در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان صورت گرفت. فاکتور مس شامل چهار سطح ۰، ۲/۵، ۵/۰ و ۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع سولفات مس انتخاب شد. از آنجا که مظفری (۱۳) قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک‌های منطقه پسته خیز رفسنجان را بین ۲/۳ تا ۱۹/۶ دسی‌زیمنس بر متر گزارش کرده بود، بنابراین در این پژوهش فاکتور شوری در پنج سطح ۰، ۸۰۰، ۱۶۰۰، ۲۴۰۰ و ۳۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک از منبع کلرید سدیم که در نهایت شوری‌هایی معادل دامنه قابلیت هدایت الکتریکی فوق را ایجاد می‌کرد (۱۰) انتخاب گردید. با توجه به تعیین ظرفیت زراعی خاک مورد نظر، مقدار پنج کیلوگرم خاک درون کیسه پلاستیکی ریخته و نصف حجم آبی که این پنج کیلوگرم خاک را به ظرفیت زراعی می‌رساند به آن اضافه و به مدت ۲۴ ساعت به حال خود رها گردید (دهانه کیسه پلاستیک باز بود)، سپس بر اساس نتایج آزمون خاک، عناصر غذایی نیتروژن از منبع اوره و فسفر و پتاسیم از منبع فسفات پتاسیم به میزان ۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک و آهن، روی و منگنز به ترتیب از منابع کلات آهن (سکوسترین آهن<sup>۱</sup>)، سولفات روی و سولفات منگنز به میزان ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک به صورت محلول به خاک اضافه شد. همچنین طبق نقشه طرح، سطوح مختلف مس به صورت محلول از منبع سولفات مس به خاک داخل کیسه‌ها اضافه و خوب به هم زده شد. جهت کشت، ۱۲۰ گلدان به قطر ۱۶ و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر تهیه و خاک داخل پاکت‌ها به گلدان‌های پلاستیکی مربوطه به هر تیمار منتقل گردید. در هر گلدان تعداد ۸ بذر جوانه زده در عمق ۳ سانتی‌متری کشت و با توزین گلدان‌ها رطوبت آن‌ها به حد ظرفیت زراعی رسانده شد.

آبیاری گلدان‌ها تا پایان آزمایش به وسیله آب مقطر تا رسیدن به ظرفیت مزرعه همراه با توزین مرتب آن‌ها صورت گرفت. تیمارهای شوری طبق نقشه طرح به صورت محلول درآمده و به سه قسمت مساوی تقسیم شد و پس از استقرار کامل نهال‌ها (هفته پنجم پس از کشت) به فواصل زمانی یک هفته به صورت محلول همراه با آب آبیاری به گلدان‌ها اضافه گردید. سپس در هفته دهم، تعداد نهال‌ها به پنج بوته در هر گلدان تقلیل داده شد. در تمامی دوره آزمایش، درجه حرارت بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس ثابت نگه داشته شد. همچنین شدت نور برای تمامی تیمارها یکسان بود.

۱. موثرترین کلات آهن برای خاک‌های آهکی و قلیایی است (۶)

تأثیر سطوح شوری و مس بر جذب برخی عناصر غذایی پر مصرف در شاخساره و ریشه دو رقم پسته

در هفته بیست و چهارم پس از کاشت، نهال‌ها از محل طوقه قطع گردیدند بدین صورت که شاخساره (برگ و ساقه) و ریشه از هم جدا شدند. سپس ریشه‌ها با دقت از خاک خارج گردیدند. به منظور جلوگیری از هدررفت ریشه‌های مؤین، شستشوی ریشه‌ها بر روی الک انجام شد. شاخساره (برگ و ساقه) نیز با آب مقطر شستشو و همراه ریشه‌ها هوا خشک گردیدند. نمونه‌ها پس از قرار گرفتن در پاکت‌های کاغذی مخصوص، به مدت ۴۸ ساعت در آون با درجه حرارت ۶۵ درجه سلسیوس قرار داده شد تا وزن آن‌ها به حد ثابتی برسد. سپس توزین و با آسیاب دستی پودر شدند. یک گرم از نمونه‌های پودر شده شاخساره (برگ و ساقه) و ریشه در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به روش خشک سوزانی (dry ash)، خاکستر و پس از هضم با اسید کلریدریک عصاره‌گیری گردید. در عصاره به دست آمده غلظت پتاسیم توسط دستگاه فیلم فتومتر، غلظت فسفر به روش زرد وانادات و غلظت کلسیم و منیزیم توسط دستگاه جذب اتمی مدل GBC Avanta ver.1.33 اندازه‌گیری گردید. از آنجا که بررسی غلظت عناصر تحت تنش شوری به دلیل به وجود آمدن اثر رقت (Dilution Effect) گاهی متناقض به نظر می‌رسید، در این تحقیق جذب عناصر [جذب کل = وزن ماده خشک × غلظت] محاسبه و مورد بررسی آماری قرار گرفت. تجزیه و تحلیل به وسیله نرم افزار MSTATC انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز توسط آزمون دانکن ( $P < 0.05$ ) انجام شد. در نهایت با استفاده از نرم‌افزارهای EXCEL و WORD نسبت به رسم نمودارها، جدول‌ها و ارائه داده‌ها اقدام گردید.

## نتایج و بحث

### جذب کل فسفر

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲ و ۳) بیانگر معنی‌دار شدن تیمار شوری بر جذب فسفر شاخساره و ریشه می‌باشد. اما تأثیر مس تنها بر جذب فسفر ریشه معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در جدول ۴ آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، افزایش شوری باعث کاهش معنی‌دار جذب فسفر شاخساره و ریشه گردید، به طوری که با افزایش شوری به ۱۶۰۰ و ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک، جذب فسفر در شاخساره به ترتیب ۵۹ و ۷۳ درصد و در ریشه به ترتیب ۵۲ و ۷۴ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد. این نتایج با یافته‌های شهریاری (۹) و طالبی (۱۰) روی گیاه پسته و آدامز (۱۶) بر روی گیاه گوجه‌فرنگی مطابقت داشت. گراتان و گریو (۲۶)، اظهار داشتند که شوری جذب و تجمع فسفات را در محصولات رشد یافته در خاک‌هایی که قابلیت دسترسی فسفات کم است، کاهش می‌دهد. دوران زوآزو و همکاران (۲۲)، نشان دادند که تحت شرایط شور غلظت فسفر در ریشه گیاه انبه کاهش یافت. کاهش مقدار قابل استفاده فسفات در خاک‌های شور به دلایلی از جمله اثرات مربوط به یون

مشترک که باعث کاهش فعالیت فسفات می‌شوند و مراحل جذب و نیز حلالیت پایین کانی‌های فسفات کلسیم که غلظت فسفر محلول خاک را در سطح پایینی نگه می‌دارند، می‌باشد، بنابراین می‌توان علت اینک با افزایش شوری، غلظت فسفات در محصولات زراعی کاهش می‌یابد، را دریافت. در اکثر مواقع، شوری غلظت فسفر بافت‌های گیاهی را بین ۲۰ تا ۵۰ درصد کاهش می‌دهد، اما این کاهش دلیلی برای وقوع کمبود فسفر در گیاهان نمی‌باشد (۶).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثرات مختلف شوری و مس بر جذب عناصر پر مصرف در شاخساره نهال‌های پسته

میانگین مربعات				صفات	
منیزیم	کلسیم	پتاسیم	فسفر	درجه آزادی	منبع تغییرات
۱۰/۱۰**	۰/۱۶**	۲/۶۶**	۱۰/۴۴**	۴	شوری
۰/۸۴ ns	۰/۰۳ ns	۰/۴۷*	۰/۴۷ ns	۳	مس
۱/۳۰*	۰/۰۳ ns	۰/۲۸*	۰/۶۲*	۱۲	شوری×مس
۱۶/۲۴**	۰/۳۳**	۰/۵۹*	۱۲/۲۲**	۱	رقم
۰/۷۱ ns	۰/۰۴ ns	۰/۲۱ ns	۰/۷۴ ns	۴	شوری×رقم
۱/۴۲ ns	۰/۰۲ ns	۰/۱۵ ns	۱/۵۰**	۳	مس×رقم
۰/۶۳ ns	۰/۰۳ ns	۰/۴۲**	۱/۰۷**	۱۲	مس×شوری×رقم
۰/۵۷	۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۳۲	۸۰	خطا
۲۵/۲۰	۱۲/۸۸	۲۶/۴۲	۲۴/۲۶		ضریب تغییرات

\*, \*\*, و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ۰/۰۱، و غیر معنی‌دار

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثرات مختلف شوری و مس بر جذب عناصر پر مصرف در ریشه نهال‌های پسته

میانگین مربعات				صفات	
منیزیم	کلسیم	پتاسیم	فسفر	درجه آزادی	منبع تغییرات
۷/۶۰**	۱/۱۹**	۳۵/۴۱**	۹/۷۶**	۴	شوری
۱/۰۶**	۰/۱۳ ns	۳/۴۲*	۰/۷۸*	۳	مس
۱/۰۷**	۰/۱۷*	۳/۴۹**	۰/۷۹**	۱۲	شوری×مس
۱/۸۹**	۰/۶۸**	۱۹/۳۸**	۳/۳۶**	۱	رقم
۱/۲۱**	۰/۲۲*	۳/۱۸*	۰/۴۲ ns	۴	شوری×رقم
۰/۳۳ ns	۰/۱۹ ns	۳/۷۱*	۰/۵۹ ns	۳	مس×رقم
۰/۳۰ ns	۰/۰۶ ns	۰/۵۸ ns	۰/۲۵ ns	۱۲	مس×شوری×رقم
۰/۲۶	۰/۰۸	۱/۱۴	۰/۲۶	۸۰	خطا
۲۲/۰۷	۲۳/۸۱	۲۲/۹۸	۲۲/۷۲		ضریب تغییرات

\*, \*\*, و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۰/۰۵، ۰/۰۱، و غیر معنی‌دار

تأثیر سطوح شوری و مس بر جذب برخی عناصر غذایی پر مصرف در شاخساره و ریشه دو رقم پسته

جدول ۴- تأثیر کاربرد شوری بر جذب کل عناصر پر مصرف در شاخساره و ریشه نهال‌های پسته

منیزیم	کلسیم	پتاسیم	فسفر	سطح شوری (میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک)
شاخساره (میلی‌گرم در گلدان)				
۱۶/۹۶ a	۵۹/۱۹ a	۵۱/۳۳ab	۱۲/۴۳ a	۰
۱۰/۸۴ b	۳۰/۳۲bc	۶۵/۷۸ a	۶/۵۲ b	۸۰۰
۸/۶۹ bc	۴۳/۵۵ b	۴۲/۲۳ b	۵/۰۶ c	۱۶۰۰
۷/۷۶ c	۲۶/۱۰bc	۴۰/۳۰ b	۴/۶۷ c	۲۴۰۰
۶/۲۵ c	۲۲/۹۲ c	۱۰/۰۱ c	۳/۴۰ d	۳۲۰۰
ریشه (میلی‌گرم در گلدان)				
۹/۶۶ a	۳۵/۸۵ a	۴۱/۴۴ a	۱۰/۲۳ a	۰
۷/۲۹ b	۲۵/۵۴ b	۲۹/۸۶ b	۷/۳۷ b	۸۰۰
۵/۶۳ c	۱۶/۵۳ bc	۲۰/۱۴ c	۴/۸۹ c	۱۶۰۰
۴/۴۲ c	۱۶/۲۰ c	۱۹/۶۰ c	۳/۷۸ c	۲۴۰۰
۲/۹۳ d	۹/۷۱ d	۱۱/۰۱ d	۲/۶۶ d	۳۲۰۰

\* برای هر صفت میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۰/۰۵ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۵- تأثیر کاربرد مس بر جذب کل عناصر پر مصرف در شاخساره و ریشه نهال‌های پسته

منیزیم	کلسیم	پتاسیم	فسفر	سطح مس (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک)
شاخساره (میلی‌گرم در گلدان)				
۸/۸۵	۲۷/۴۷	۵۲/۶۴ a	۵/۶۹	۰
۱۱/۶۴	۳۹/۲۱	۳۷/۶۲ ab	۶/۵۰	۲/۵
۱۰/۰۲	۴۲/۲۵	۴۴/۹۴ a	۶/۹۴	۵/۰
۹/۸۸	۳۶/۷۳	۳۲/۵۲ b	۶/۵۱	۷/۵
ریشه (میلی‌گرم در گلدان)				
۴/۸۷ c	۱۷/۷۱	۲۳/۶۵ ab	۵/۱۰ b	۰
۶/۶۱ a	۱۹/۵۷	۲۸/۰۱ a	۶/۴۶ a	۲/۵
۶/۶۲ a	۲۵/۹۰	۲۴/۷۴ ab	۶/۲۲ ab	۵/۰
۵/۸۴ bc	۱۹/۹۰	۲۱/۲۴ b	۵/۳۶ b	۷/۵

\* برای هر صفت میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۰/۰۵ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر سطوح مس بر جذب فسفر در ریشه (جدول ۵) نشان داد، کاربرد ۲/۵

میلی‌گرم مس در کیلوگرم خاک، باعث افزایش معنی‌دار جذب فسفر در ریشه به میزان ۳۰ درصد نسبت به شاهد

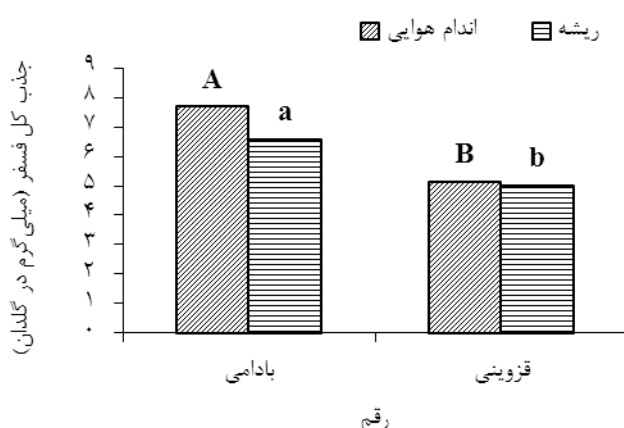
گردید. این در حالی بود که کاربرد بیشتر مس، تأثیر معنی‌داری بر جذب فسفر در ریشه نداشت. این نتیجه

نشان‌دهنده‌ی این است که در حضور مقادیر مناسب مس در خاک، جذب فسفر توسط ریشه افزایش می‌یابد. به نظر



می‌رسد در غلظت‌های بالای مس در خاک، تشکیل ترکیبات کم‌محلول مس با فسفر، غیرقابل دسترس شدن فسفات محلول برای گیاه را به همراه داشته باشد.

در ارتباط با تأثیر رقم بر جذب فسفر شاخساره و ریشه نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که جذب فسفر شاخساره و ریشه‌ی رقم بادامی به ترتیب ۷/۶۹ و ۶/۵۷ و در رقم قزوینی به ترتیب ۵/۱۳ و ۵/۰۰ میلی‌گرم در گلدان بود که بیانگر تفاوت معنی‌دار بین دو رقم بادامی و قزوینی می‌باشد. به طوری که جذب فسفر توسط شاخساره و ریشه رقم بادامی به ترتیب ۵۰ و ۳۰ درصد بیشتر از رقم قزوینی بود (شکل ۱).



شکل ۱- اثر رقم مورد استفاده بر جذب فسفر شاخساره و ریشه

\* برای هر صفت، ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

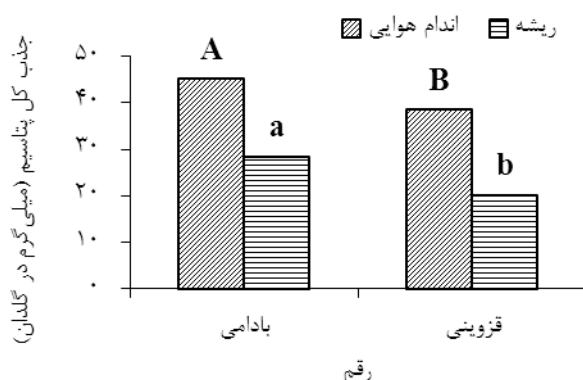
### جذب کل پتاسیم

همان‌طور که در جدول‌های ۲ و ۳ ملاحظه می‌شود، اثر تیمارهای مس و شوری، بر میانگین جذب پتاسیم شاخساره و ریشه معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن (جدول ۴)، نشان داد که افزایش شوری تا سطح ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک، تأثیر معنی‌داری بر جذب پتاسیم شاخساره نداشت، لیکن با افزایش شوری به ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک، جذب پتاسیم شاخساره بیش از ۸۰ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت و از ۵۱/۳۱ به ۱۰/۰۱ میلی‌گرم در گلدان رسید. روند مشابهی در مورد جذب پتاسیم در ریشه مشاهده گردید، به گونه‌ای که در سطوح شوری ۸۰۰، ۱۶۰۰، ۲۴۰۰ و ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک، جذب پتاسیم ریشه به ترتیب ۲۹، ۵۱، ۵۴ و ۷۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت که با نتایج طالبی (۱۰) بر روی گیاه پسته، مطابقت داشت. بدیهی است که مقدار جذب پتاسیم به صورت معکوس با مقدار سدیم و کلر در بافت‌های

تأثیر سطوح شوری و مس بر جذب برخی عناصر غذایی پر مصرف در شاخساره و ریشه دو رقم پسته

گیاه ارتباط دارد (۲۰). عموماً چنین پذیرفته شده که سازوکار مهم جذب انتخابی  $K^+/Na^+$  در ریشه‌های گیاه، فعال شدن پمپ خروج سدیم به وسیله پتاسیم است که در غشای سیتوپلاسمی قرار دارد. به نظر می‌رسد که پمپ ATPase سدیم-پتاسیمی در غشای سیتوپلاسمی، مسئول هماهنگ کردن ورود  $K^+$  با خروج  $Na^+$  است. چنین جریان‌های جفت شده به سالم بودن غشاء بستگی دارد. در نبود کلسیم، غشای سیتوپلاسمی غیر تراوا (نشتی) می‌شود و به این ترتیب ورود و خروج مواد به خوبی مهار نمی‌شود. در حضور کلسیم، جذب پتاسیم (که کمتر آبدار می‌باشد) افزایش می‌یابد و هم‌زمان، خروج سدیم تسریع می‌شود. این پادیری پتاسیم و سدیم رابطه بین جذب انتخابی  $K^+/Na^+$  و تنفس ریشه یا میزان مواد قندی را توجیه می‌کند (۳۱). دمیرال (۲۱) نشان داد که در بالاترین سطح شوری، مقدار پتاسیم برگ و ریشه‌های اصلی و فرعی دو پایه زیتون نسبت به شاهد کاهش یافت. دوران زوآزو و همکاران (۲۲) مشاهده کردند که غلظت پتاسیم در ریشه گیاه انبه با افزایش شوری کاهش یافت که نشان دهنده تبادل یون‌های پتاسیم با یون‌های سدیم است. کاهش جذب پتاسیم که توسط سدیم ایجاد شده است، یک نمونه رقابت کاملاً شناخته شده بین عناصر توسط ریشه گیاهان می‌باشد. این محققان عنوان کردند که در شرایط شور، مقادیر بالای سدیم در محیط خارجی نه تنها از جذب پتاسیم توسط ریشه ممانعت به عمل می‌آورد، بلکه ممکن است سلامت غشاهای ریشه را مختل کرده و گزینش‌پذیری آن‌ها را تغییر دهد. همان‌طور که در جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵)، مشخص است با افزایش خیلی زیاد مس (۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) جذب پتاسیم شاخساره ۳۸ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. تغییرات جذب پتاسیم در ریشه روند مشخصی نداشت و کاربرد هیچ‌یک از سطوح مس بر جذب پتاسیم در ریشه اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت. اما تفاوت بین تیمار ۲/۵ و ۷/۵ میلی‌گرم مس در کیلوگرم خاک در جذب پتاسیم ریشه، از نظر آماری معنی‌دار گردید، بدین صورت که میانگین جذب پتاسیم در ریشه در بالاترین سطح مس به‌طور معنی‌داری کمتر از میانگین آن در سطح دوم (۲/۵ میلی‌گرم مس در کیلوگرم خاک)، بود.

نتایج جدول‌های ۲ و ۳ نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار رقم بر جذب پتاسیم شاخساره و ریشه است. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که جذب پتاسیم شاخساره و ریشه رقم بادامی به ترتیب ۴۵/۲۲ و ۲۸/۶۰ و در رقم قزوینی به ترتیب ۳۸/۶۴ و ۲۰/۲۲ میلی‌گرم در گلدان بود که بیان‌گر افزایش ۱۷ و ۴۱ درصدی جذب پتاسیم در شاخساره و ریشه رقم بادامی نسبت به رقم قزوینی می‌باشد (شکل ۲).



شکل ۲- اثر رقم مورد استفاده بر جذب پتاسیم شاخساره و ریشه

\* برای هر صفت، ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.

سپاسخواه و مفتون (۳۸)، نشان دادند که افزایش کلرید سدیم در خاک باعث کاهش غلظت  $K^+$  در ریشه دانه‌های پسته گردید ولی تغییر معنی داری در میزان  $K^+$  شاخساره ارقام (رقم بادامی و فندق) مشاهده نشد. این تفاوت احتمالاً مربوط به این واقعیت است که رقم‌های مورد استفاده در تحقیق حاضر متفاوت از آنچه توسط سپاسخواه و مفتون استفاده شده بود، می‌باشد. نجفیان و همکاران (۳۲)، گزارش کردند که تیمار شوری غلظت پتاسیم را در ریشه و شاخساره بادام تلخ در مقایسه با گیاهانی که تحت تنش نبودند، شدیداً کاهش داد. در خاک‌های شور، سدیم با پتاسیم برای جذب از عرض غشای پلاسمایی سلول‌های گیاهی رقابت می‌کند. این امر منجر به کمتر شدن نسبت  $K^+/Na^+$  (پتاسیم به سدیم) می‌شود که رشد گیاه را کاهش داده و بالاخره منجر به سمیت می‌شود (۳۷). این نتایج با یافته‌های جماعتی اردکانی (۲) روی پایه‌های پسته و دمیرال (۲۱) روی پایه‌های زیتون مطابقت داشت.

موازنه بین سدیم و پتاسیم در بافت‌های گیاه یکی از پدیده‌های مشخص مکانیسم تحمل به نمک است (۲۲). کاهش نسبت  $K^+/Na^+$  با میزان مقاومت پایه‌ها نسبت معکوس دارد. نسبت بزرگ  $K^+/Na^+$  به عنوان یک ملاک منطقی برای تحمل به شوری در گیاهان عالی شناخته شده است (۳۵). گریو و واکر (۲۷)، اظهار داشتند که خصوصیت رقابتی بین جذب پتاسیم و سدیم مهم‌ترین عامل کاهش نسبت  $K^+/Na^+$  در سطوح شوری بالاست و انتخاب ژنوتیپ مناسب، گزینش‌پذیری  $K^+/Na^+$  را با تغییر نسبت جذب به نفع پتاسیم با دفع سدیم بهبود می‌بخشد.

### جذب کل کلسیم

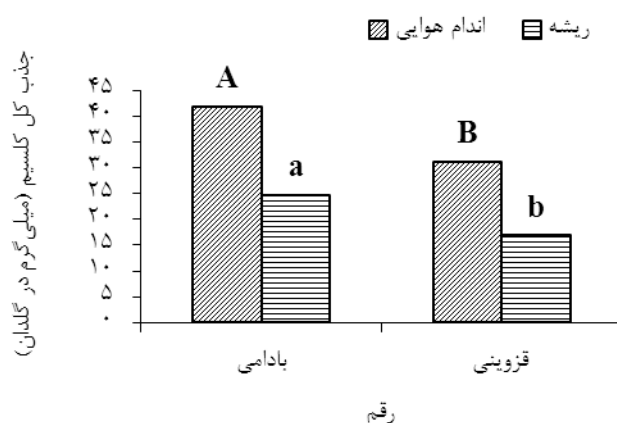
نتایج تجزیه واریانس جذب کل کلسیم شاخساره و ریشه در جدول‌های ۲ و ۳ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد جذب کلسیم به‌طور معنی داری تحت تأثیر شوری قرار گرفت ولی تیمار مس تأثیر معنی داری بر

تأثیر سطوح شوری و مس بر جذب برخی عناصر غذایی پر مصرف در شاخساره و ریشه دو رقم پسته

جذب کلسیم شاخساره و ریشه نداشت. روند تغییرات جذب کلسیم شاخساره و ریشه تحت تأثیر کاربرد شوری و مس در جدول‌های ۴ و ۵ گزارش گردیده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود با افزایش شوری، جذب کلسیم شاخساره به صورت معنی‌داری کاهش یافت، به طوری که با افزایش شوری به ۱۶۰۰ و ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک، جذب این عنصر به ترتیب ۲۶ و ۶۱ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. این نتایج با یافته‌های سپاسخواه و مفتون (۳۸)، پیکچینی و همکاران (۳۴)، حکم آبادی و همکاران (۳) و طالبی (۱۰) بر روی پسته هم‌خوانی داشت. نائینی و همکاران (۱۵)، نشان دادند که افزایش شوری موجب کاهش غلظت کلسیم در اندام هوایی انار گردید و دلیل آن را افزایش غلظت سدیم اعلام کرده و اظهار داشتند که سدیم با کلسیم در جذب و انتقال رقابت دارد. نتایج مشابهی توسط شهدی (۸) در برنج و بن-هیم و همکاران (۱۸) در مرکبات به دست آمده است.

روند تغییرات جذب کلسیم ریشه تحت تأثیر سطوح مختلف شوری مشابه شاخساره بود. بدین معنی که با افزایش شوری، جذب کلسیم به صورت معنی‌داری کاهش یافت، به طوری که با افزایش شوری به ۱۶۰۰ و ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم در کیلوگرم خاک، جذب این عنصر به ترتیب ۵۴ و ۷۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. کمبود کلسیم در شرایط شور به خصوص وقتی که سدیم تحرک کلسیم را در بافت‌های جوان در حال نمو کاهش می‌دهد، بیشتر نمود می‌یابد (۲۵). لینچ و لاوچلی (۲۹)، اظهار داشتند که احتمالاً سدیم از حرکت شعاعی کلسیم از محلول بیرونی به آوند چوبی ریشه با اشغال نمودن محل‌های تبادل کاتیونی در آپوپلاست جلوگیری می‌نماید.

در ارتباط با تأثیر رقم مورد استفاده بر جذب کلسیم در اندام هوایی و ریشه، نتایج نشان داد که دو رقم بادامی و قزوینی با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول‌های ۲ و ۳). میانگین جذب کل کلسیم شاخساره و ریشه رقم بادامی به ترتیب ۴۱/۸۳ و ۲۴/۷۱ و در رقم قزوینی به ترتیب ۳۱ و ۱۶/۸۲ میلی‌گرم در گلدان بود که نشان می‌دهد جذب کلسیم در شاخساره و ریشه رقم بادامی به ترتیب ۳۵ و ۴۷ درصد بیشتر از رقم قزوینی می‌باشد (شکل ۳).



شکل ۳- اثر رقم مورد استفاده بر جذب کلسیم شاخساره و ریشه

\* برای هر صفت، ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح پنج درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

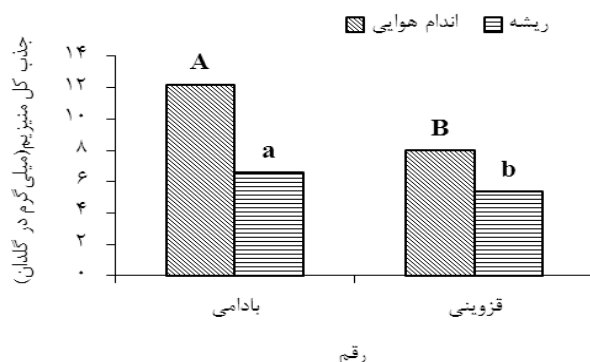
### جذب کل منیزیم

نتایج تجزیه واریانس جذب کل منیزیم شاخساره و ریشه (جدول‌های ۲ و ۳) نشان داد که شوری جذب منیزیم شاخساره و ریشه را تحت تأثیر معنی‌دار قرار داد، لیکن تأثیر سطوح مختلف مس تنها در ریشه معنی‌دار گردید. روند تغییرات جذب منیزیم شاخساره و ریشه تحت تأثیر شوری و مس در جدول‌های ۴ و ۵ گزارش گردیده است. نتایج نشان داد که با افزایش کلریدسدیم جذب منیزیم شاخساره و ریشه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌طوری‌که با افزایش شوری به ۱۶۰۰ و ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم در کیلوگرم خاک، جذب منیزیم در شاخساره به ترتیب ۴۹ و ۶۳ درصد و در ریشه به ترتیب ۴۲ و ۷۰ درصد نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد. نتایج مشابهی توسط تاتینی (۴۲) در ارقام مختلف زیتون، رایز و همکاران (۳۶) در برخی پایه‌های مرکبات و دوران زوآزو و همکاران (۲۲) در گیاه انبه به دست آمده بود. حسین و همکاران (۲۸) کاهش جذب عناصر غذایی تحت شرایط شور را به کاهش تجمع ماده خشک نسبت دادند. الفولی و سالاما (۲۳)، نیز عنوان نمودند که در شرایط شور جذب عناصر به علت کمبود عناصر غذایی یا به دلیل پتانسیل کم آب در محیط ریشه محدود می‌شود.

نتایج موجود در جدول ۵ حاکی از آن است که کاربرد مس تا سطح متوسط افزایش معنی‌دار جذب منیزیم ریشه را به دنبال داشت. به طوری که مصرف ۲/۵ و ۵ میلی‌گرم مس بر کیلوگرم خاک، باعث افزایش ۳۶ درصدی جذب منیزیم ریشه گردید.

تأثیر سطوح شوری و مس بر جذب برخی عناصر غذایی پر مصرف در شاخساره و ریشه دو رقم پسته

نتایج موجود در رابطه با تأثیر رقم مورد استفاده بر جذب منیزیم شاخساره و ریشه نشان داد که تفاوت بین دو رقم قزوینی و بادامی معنی دار است. میانگین جذب کل منیزیم در اندام هوایی و ریشه رقم بادامی به ترتیب ۱۲/۱۹ و ۶/۵۹ و در رقم قزوینی به ترتیب ۸ و ۵/۳۸ میلی گرم در گلدان بود که بیان می کند جذب منیزیم در شاخساره و ریشه رقم بادامی ۵۲ و ۲۲ درصد بیشتر از رقم قزوینی است (شکل ۴)



شکل ۴- اثر رقم مورد استفاده بر جذب منیزیم شاخساره و ریشه

\* برای هر صفت، ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح پنج درصد آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند.

## نتیجه‌گیری کلی و پیشنهاد

بر اساس نتایج این مطالعه، با افزایش شوری، جذب کل عناصر فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در هر دو رقم پسته (بادامی زرد و قزوینی) کاهش یافت. در رابطه با تأثیر تیمار مس، نتایج نشان داد، مصرف مس منجر به بهبود جذب عناصر پر مصرف در ریشه نهال‌های پسته گردید، لیکن بر جذب این عناصر در شاخساره تأثیر معنی دار نداشت، مگر عنصر پتاسیم که با افزایش مس جذب آن در شاخساره کاهش یافت. در مجموع جذب عناصر غذایی پر مصرف در رقم بادامی زرد به‌طور معنی داری بیشتر از رقم قزوینی بود و اگر این رقم (بادامی زرد) به عنوان پایه مورد استفاده قرار گیرد، احتمال اینکه عملکرد بیشتری تولید کند و یا مقاومت بیشتری نسبت به شوری داشته باشد وجود دارد. لذا در مناطق پسته کاری که درختان با محدودیت جذب عناصر مواجه هستند، استفاده از رقم بادامی زرد به عنوان پایه توصیه می‌گردد. هم‌چنین با عنایت به وجود تنش شوری در خاک‌های مناطق پسته‌خیز رفسنجان، نقش مهم مس در تشکیل میوه و دستاوردهای این پژوهش، پیشنهاد می‌شود در طرح‌های آینده با اعمال تیمارهای شوری، نقش این عنصر در تحمل شوری در باغ‌های پسته مورد مطالعه قرار گرفته و تأثیر سطوح مختلف مس هم در شرایط خاکی و هم

به صورت محلول پاشی در باغ‌های پسته مورد بررسی قرار گیرد و افزایش عملکرد پسته با کمیت و کیفیت مطلوب را فراهم نماید، همچنین با در نظر گرفتن کمبود نسبی آب در منطقه رفسنجان، تأثیر تنش خشکی و مس بر ترکیب شیمیایی پسته مورد پژوهش قرار گیرد. در نهایت با توجه به نتایج این پژوهش پیشنهاد می‌شود تحقیقات بر روی سایر رقم‌های پسته در گلخانه و در شرایط مزرعه نیز انجام گیرد.

## منابع

- ۱- امامی، ع. ۱۳۷۵. نشریه فنی روش‌های تجزیه گیاه. موسسه تحقیقات آب و خاک. تهران. جلد اول (شماره ۹۸۲).
- ۲- جماعتی اردکانی، م. ۱۳۸۴. تأثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه‌زنی و استقرار چند رقم پسته. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، بخش خاک‌شناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۳- حکم‌آبادی، ح.، ارزانی، ک.، دهقانی شورکی، ی. و ب. پناهی. ۱۳۸۲. پاسخ پایه‌های درختان پسته بادامی زرنده، سرخس و قزوینی به زیادتی بور و سدیم کلراید در آب آبیاری. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴: ۱۱-۲۳.
- ۴- خوش‌گفتارمنش، ا. ح. ۱۳۸۳. تعیین مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید پسته در اراضی شور استان قم. پژوهش‌نامه استان قم، مجموعه مقالات تحقیقات استان قم، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان قم (شماره ۲).
- ۵- خوش‌گفتارمنش، ا. ح. و ح. سیادت. ۱۳۸۱. تغذیه معدنی سبزیجات و محصولات باغی در شرایط شور. انتشارات نشر آموزش کشاورزی.
- ۶- سالاردینی، ع. ا. ۱۳۸۲. حاصلخیزی خاک، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۷- سلیمان‌زاده، ا. ۱۳۹۰. بررسی اثر محلول پاشی روی، آهن و مس بر تشکیل میوه‌ی درختان پسته. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، بخش خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان.
- ۸- شهدی کومله، ع. ۱۳۷۳. تأثیر منبع و سطوح شوری و میزان ازت بر رشد و ترکیب شیمیایی دو رقم برنج (*Oryza sativa*. L.)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، بخش خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.
- ۹- شهریار، ر. ۱۳۸۶. تأثیر شوری، فسفر و روی بر رشد و ترکیب شیمیایی گیاه پسته. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، بخش خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان.

تأثیر سطوح شوری و مس بر جذب برخی عناصر غذایی پر مصرف در شاخساره و ریشه دو رقم پسته

- ۱۰- طالبی، م. ۱۳۸۷. تأثیر روی و شوری بر رشد، ترکیب شیمیایی و بافت آوندی در دو رقم پسته. پایان نامه کارشناسی ارشد، بخش خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان.
- ۱۱- محصلی، و. ۱۳۸۲. تأثیر سطوح مختلف مس بر رشد و ترکیب شیمیایی گندم رقم فلات. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. ۲۵-۳۱:۶۱.
- ۱۲- محمدخانی، ع. ۱۳۷۶. پسته. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
- ۱۳- مظفری، و. ۱۳۸۴. بررسی نقش پتاسیم، کلسیم و روی در کنترل عارضه سرخشیدگی پسته. رساله دکتری، بخش خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۱۴- ملکوتی، م. ج. و م. همایی. ۱۳۷۳. حاصلخیزی مناطق خشک و نیمه‌خشک "مشکلات و راه‌حل‌ها". انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.
- ۱۵- نائینی، م. ر.، ح. لسانی، ا. ح. خوش‌گفتارمنش، و م. ه. میرزاپور. ۱۳۸۳. اثر تنش شوری ناشی از کلوروسدیم بر غلظت و توزیع عناصر معدنی و قندهای محلول سه رقم تجاری انار. مجله علوم خاک و آب. ۹۷-۱۰۶:۱۸.
- 16- Adams, P. 1991. Effect of increasing salinity of the nutrient solution with major nutrients or sodium chloride on the yield quality and composition of tomato growth in Rockwool. *Journal of Horticulture Science*, 66:201-207.
- 17- Beede, R.H., Brow, P.H., Kallsen, C. and S.A. Weinbaum. 2005. Diagnosing and correcting nutrient deficiencies. In: Ferguson, L.E. (ed.), *Pistachio production manual*. 4<sup>th</sup> edition. Division of Agriculture and Natural Resources. University of California. Oakland, pp: 147-157.
- 18- Ben-Hayem, G., Kafkafi, U. and R. Ganmore Neumann. 1987. Role of internal potassium in maintaining growth of cultured citrus on increasing NaCl and CaCl<sub>2</sub> concentrations. *Plant Physiology*, 85:434-439.
- 19- Bernal, M., Cases, R., Picorel, R. and I. Yruela. 2007. Foliar and root Cu supply affect differently Fe and Zn uptake and photosynthetic activity in soybean plants. *Environmental and Experimental Botany*, 60:145-150.
- 20- Chartzoulakis, K., Loupassaki, M., Bertaki, M. and I. Androulakis. 2002. Effects of NaCl salinity on growth, ion content and CO<sub>2</sub> assimilation rate of six olive cultivars. *Scientia Horticulturae*, 96:235-247.
- 21- Demiral, M.A. 2005. Comparative response of two olive (*Olea europaea* L.) cultivars to salinity. *Turkish Journal of Agriculture*, 29:267-274.
- 22- Duran Zuazo, V.H., Martinez-Raya, A., Aguilar Ruiz., J. and D. Franco Tarifa. 2005. Impact of salinity on macro- and micro nutrient uptake in mango (*Mangifera indica* L. cv. Osteen) with different rootstocks. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2(1):121-133.



- 23- El-Fouly, M.M. and Z.H. Salama. 1999. Can foliar fertilization increase plant tolerance to salinity? Proc. Dahlia Griedinger Inter. Symp. Nutrient management under salinity stress. eds. Techion-Israel, Institute of Technology, Haifa. pp: 113-125.
- 24- Garcia-Sanches, F., Carvajal, M., Porras, I., Botia, P. and V. Martinez. 2003. Effect of salinity and rate of irrigation on yield, fruit quality and mineral composition of 'Fino 49' lemon. European Journal of Agronomy, 19:427-437.
- 25- Grattan, S.R. and C.M. Grieve. 1992. Mineral nutrient acquisition and response by plants growth in saline environment. Agriculture Ecosystems and Environment, 38:275-300.
- 26- Grattan, S.R. and C.M. Grieve. 1999. Salinity- mineral nutrient relation in horticultural crops. Scientia Horticulture, 78:127-157.
- 27- Grieve, A.M. and R.R. Walker. 1983. Uptake and distribution of chloride, sodium and potassium ions in salt-treated citrus plants. Australian Journal of Agricultural Research, 34:133-143.
- 28- Hussein, M.M., Nour, T.R. and A.A. El-Noemani. 1990. Growth and mineral status of *Vicia faba* plants as affected by salinity and K-Fertilizer. African Journal of Agricultural Science. 17:57-72.
- 29- Lynch, J. and A. Lauchli. 1988. Salinity affects intercellular calcium in corn root protoplasts. Journal of Plant Physiology. 87:351-356.
- 30- Magisted, O.C. 1945. Plant growth relation on saline and alkaline soils. Botanical Review. 11:181-230.
- 31- Marschner, H. 1995. Functions of mineral nutrients: Micronutrients. In: Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. Academic Press Limited. San Diego. CA. pp: 313-396.
- 32- Najafian, Sh., Rahemi, M. and V. Tavallali. 2008. Effect of salinity on tolerance of two bitter almond rootstocks. Journal of Agricultural and Environmental Science. 3(2): 264-268.
- 33- Olszewska, M., Grzegorzcyk, S., Alberski, J., Baluch-Malecka, A. and A. Kozikowski. 2008. Effect of copper deficiency on gas exchange parameters, leaf greenness (SPAD) and yield of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.). Journal of Elementology. 13(4):597-604.
- 34- Picchioni, G.A., Miyamoto, S. and J.B. Storey. 1990. Salt effects on growth and ion uptake of pistachio rootstock seedlings. Journal of the American Society for Horticultural Science. 115:647-653.
- 35- Rao, K.B., Panchaksharaish, S., Janardhan, K.V. and J.S.P. Yardav. 1981. Saline water irrigation and plant growth in Vertisol. Proceeding of the Hungoro-Indian seminar on Salt Affected Soil. Szabolc, J. (ed.). Budapest. pp: 129-138.
- 36- Ruiz, D., Martinez, V. and A. Cerda. 1997. Citrus response to salinity: growth and nutrient uptake. Tree Physiology. 17:141-150.
- 37- Schachman, D. and W. Lio. 1999. Molecular pieces to puzzle of intraction between potassium and sodium uptake in plants. Trends in Plant Science. 4:281-287.
- 38- Sepaskhah, A.R. and M. Maftoun. 1982. Growth and chemical composition of pistachio seedlings as influenced by irrigation regimes and salinity levels of irrigation water. II. Chemical composition.

- Journal of Horticultural Science. 57: 469-476.
- 39- Sharma, J.C. and S.K. Chaudhary. 2007. Vertical distribution of micronutrient cations in relation to soil characteristics in lower shivaliks of Solan district in North-West Himalayas. Journal of Indian Society of Soil Science, 55:40-44.
- 40- Sheibani, A. 1994. Pistachio production in Iran. First International Symposium on Pistachio Nut, Adana, Turkey.
- 41- Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy. Eleventh edition. NRCS. USDA. USA.
- 42- Tatini, M. 1994. Ionic relation of aeroponically-grown olive genotypes during salt stress. Plant and Soil, 161:151-162.
- 43- Ziaeiian, A.H. and M.J. Malakouti. 2001. Effects of Fe, Mn, Zn and Cu fertilization on the yield and grain quality of wheat in the calcareous soils of Iran. Plant Nutrition 92: 840-841.