تأثیر شوری و منگنز بر رشد و ترکیب شیمیایی دانهال‌های پسته (*Pistacia vera* L.) در محیط کشت پرلیت

زهره اسداللهی[۱*] و وحید مظفری[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۲۷)

چکیده

برای بررسی تأثیر مقادیر مختلف منگنز و شوری بر برخی ویژگی‌های رشد و ترکیب شیمیایی دانهال‌های پسته (رقم بادامی زرند) یک آزمایش فاکتوریل با دو عامل شوری (صفر، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) و منگنز (صفر، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ میکرومولار منگنز از منبع سولفات منگنز) در قالب طرح کامل تصادفی با چهار تکرار در شرایط گلخانه و در محیط کشت پرلیت اجرا شد. نتایج نشان داد که شوری موجب کاهش معنی‌دار تعداد برگ، سطح برگ، وزن خشک ریشه و وزن خشک بخش هوایی گردید. بدین صورت که در تیمار ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، تعداد برگ، وزن خشک ریشه، وزن خشک بخش هوایی و سطح برگ به‌ترتیب ۳۰،۴۰، ۹۲ و ۹۲ درصد نسبت به شاهد (سطح صفر شوری) کاهش پیدا کرد. لیکن با کاربرد ۱۲ و ۲۴ میکرومولار منگنز، وزن خشک بخش هوایی و سطح برگ نسبت به سطح صفر منگنز به‌ترتیب ۲۹ و ۲۴ درصد افزایش معنی‌دار حاصل نمود. از آنجا که با افزایش شوری، سطح و وزن خشک برگ کاهش یافت، در نتیجه تحت اثر رقت، غلظت منگنز، روی و فسفر در بخش هوایی و ریشه افزایش و غلظت پتاسیم کاهش یافت. با کاربرد منگنز، غلظت منگنز، روی، فسفر و پتاسیم افزایش یافت. به‌طورکلی نتیجه این پژوهش نشان داد که شوری، رشد رویشی را کاهش داده و از آنجا که منگنز تأثیر مثبتی بر برخی ویژگی‌های رشد دارد، احتمالاً منگنز تحمل پسته به محیط‌های شور را افزایش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، تغذیه درختان پسته

۱. بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: zohre_asadollahi@yahoo.com

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.4.2.6]

مقدمه

بخش وسیعی از ایران را مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل داده است. در این مناطق، به‌علت تبخیر فراوان و بارندگی کم، روز به روز به شوری خاک‌ها افزوده می‌شود و چه بسا هکتارها زمین قابل کشت و کار بر اثر تجمع بیش از حد نمک غیرقابل استفاده می‌شوند (۱۵). پسته (*Pistacia vera* L.) به‌دلیل ویژگی‌های بالقوه‌ای‌که از نظر سازگاری با شرایط نامساعد محیطی، از جمله شوری آب و خاک و مقاومت نسبی به خشکی، دارد به‌عنوان مناسب‌ترین محصول باغی برای مناطق خشک ایران توصیه می‌شود (۱۲). در حال حاضر، بالغ بر ۴۷۰ هزار هکتار باغ پسته بارور و غیر بارور در ایران زیر کشت است که حدود ۷۰٪ از آنها در استان کرمان واقع شده است (۶). اما به‌دلیل وجود خاک‌های آهکی و شور و آب آبیاری با کیفیت نامناسب در مناطق پسته‌کاری، مشکلات تغذیه‌ای فراوانی به‌وجود آمده که باعث کاهش تولید پسته در این شرایط شده است (۳۱). از سوی دیگر، در این شرایط، حلالیت عناصر کم‌مصرف کم بوده و گیاهانی که در این خاک‌ها رشد می‌کنند اغلب از نظر این عناصر دچار کمبود می‌باشند (۱۳). خوش‌گفتارمنش (۵) طی تحقیقی، مسائل تغذیه‌ای درختان پسته را مطالعه و گزارش نمود که در نیمرخ خاک‌های غالب باغ‌های پسته در استان قم، عوامل محدودکننده‌ای مانند شوری، واکنش قلیایی خاک و درصد بالای آهک باعث بروز مشکلات تغذیه‌ای شده است. این محقق، کمبود پتاسیم، روی، آهن، مس و منگنز و نیز فقر شدید مواد آلی را به‌عنوان اصلی‌ترین مشکلات تغذیه‌ای این باغ‌ها ذکر نموده است.

منگنز یکی از عناصر کم‌مصرف برای رشد گیاهان است که در تمام مراحل توسعه گیاه ضروری است. منگنز در فعالیت‌های آنزیمی، انتقال الکترون، تشکیل کلروفیل و فتوسنتز شرکت می‌کند (۲۰). حدود بحرانی منگنز در گیاه بدون توجه به شرایط محیطی بین ۴۰ تا ۱۰۰ میکروگرم در گرم وزن خشک متغیر است. اما در اغلب گیاهان زراعی که از نظر منگنز در حد مطلوب هستند، مقدار این عنصر ۵۰ تا ۱۵۰ میکروگرم در گرم وزن خشک است (۱۴). میزان منگنز قابل دسترس با افزایش شوری و pH خاک کاهش می‌یابد (۱۸).

در ایران، عمده اراضی زیر کشت پسته در حاشیه کویر قرار دارند و یکی از مشکلات عمده این اراضی شوری خاک و آب آبیاری است (۸). در این نوع خاک‌ها، حلالیت عناصر کم‌مصرف پایین بوده و سبب کاهش جذب آنها توسط گیاه می‌گردد (۸). بلالی و همکاران (۲) با انجام آزمایشی دو ساله در ۷۰۰ مزرعه گندم آبی در نقاط مختلف کشور، گزارش کردند که ۲۵٪ از خاک‌های ایران دچار کمبود منگنز هستند. با توجه به شور و آهکی بودن خاک‌های تحت کشت پسته و نبود آب کافی جهت آبشویی، بعضی از عناصر مضر از جمله سدیم در محیط ریشه افزایش یافته و منجر به کاهش جذب برخی از عناصر، از جمله منگنز، گردیده است که در چند سال اخیر باعث کاهش عملکرد کمی و کیفی درختان پسته شده است (۲۶). بنابراین استفاده از راهکارهای مدیریت تغذیه‌ای برای کاهش آثار سوء ناشی از شرایط نامناسب خاک و آب، زمینه را برای افزایش عملکرد با کمیت و کیفیت مطلوب فراهم می‌نماید. با توجه به نقش منگنز و مشکل شوری در خاک‌های تحت کشت پسته، هدف اصلی این تحقیق بررسی تأثیر شوری و منگنز بر رشد و ترکیب شیمیایی دانهال‌های پسته (رقم بادامی زرند) بود.

مواد و روش‌ها

برای بررسی پاسخ دانهال‌های پسته به سطوح مختلف منگنز (Mn) و شوری (NaCl)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان با شرایط دمایی ۳۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۴۵ درصد در خرداد ماه سال ۱۳۹۰ اجرا شد. تیمارها شامل چهار سطح منگنز (صفر، ۱۲، ۲۴ و ۳۶ میکرومولار منگنز از منبع سولفات منگنز) و پنج سطح شوری (صفر، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم) در محیط پرلیت بود. شوری نهایی گلدان‌ها با استفاده از این سطوح

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.4.2.6]

به‌ترتیب به ۰/۲۳، ۶/۳۳، ۱۳/۱۰، ۱۹/۳۰ و ۲۶/۷۰ دسی‌زیمنس بر متر رسید. بذرهای پسته (رقم بادامی زرند) از مؤسسه تحقیقات پسته کشور تهیه و پس از جداسازی پوست سخت به‌مدت ۱۰ تا ۱۲ دقیقه با وایتکس ۱۰٪ ضد عفونی و ۳ بار و هر بار به‌مدت ۳۰ دقیقه با آب مقطر استریل شسته و به‌مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر استریل خیسانده شدند (۹). به منظور رفع آلودگی قارچی، از قارچ‌کش بنومیل با غلظت دو در هزار به‌مدت ۱۵ دقیقه استفاده شد و در نهایت بذرها برای جوانه‌زنی در میان پارچه‌های متقال استریل و مرطوب در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند. ابتدا ظرفیت زراعی (FC) پرلیت (قطر یک میلی‌متر) برابر با ۰/۸ به‌دست آمد و سپس مقدار یک کیلوگرم پرلیت در گلدان‌های پلاستیکی ریخته شد. سپس در هر گلدان تعداد پنج بذر جوانه زده در عمق دو سانتی‌متری در تاریخ ۱۳۹۰/۳/۷ کشت گردید. از آنجا که وزن گلدان و پرلیت به‌ترتیب برابر با ۲۰۰ و ۱۰۰۰ گرم و وزن آب برای رساندن پرلیت به FC برابر با ۸۰۰ گرم بود (وزن یک گلدان حاوی پرلیت در حالت FC برابر با ۲۰۰۰ گرم است)، در نتیجه هر روز با توزین تک تک گلدان‌ها، کاهش وزن آنها تا پایان هفته چهارم پس از کاشت با آب مقطر و از هفته پنجم به بعد با محلول هوگلند تصحیح شده جبران گردید. در هفته چهارم پس از کاشت، تعداد دانهال‌ها به سه عدد کاهش داده شد و سپس لپه‌های بذر پسته هر دانهال از ساقه‌چه و ریشه‌چه جدا گردید. برای تهیه محلول غذایی (هوگلند تصحیح شده)، ابتدا محلول مادر (۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) هر عنصر به‌طور جداگانه ساخته شد و در ظروف شیشه‌ای نگهداری گردید. سپس برای رساندن غلظت عناصر مورد نظر (جدول ۱)، با آب مقطر رقیق‌سازی و پ- هاش محلول به‌وسیله اسید نیتریک و یا سود در ۶/۵ تنظیم گردید (۲۴).

در ابتدای هفته پنجم، تیمارهای منگنز طبق نقشه طرح اعمال و تا پایان آزمایش از محلول تهیه شده جهت آبیاری گلدان‌ها در حد ظرفیت زراعی استفاده شد. در هفته هفتم بعد از کاشت، تیمارهای شوری که از منبع کلرید سدیم و به‌صورت محلول تهیه شده بودند، طی سه مرحله به گلدان‌ها اضافه گردید. در انتهای دوره آزمایش (هفته پانزدهم پس از کاشت)، تعداد برگ و سطح برگ با دستگاه سطح برگ سنج (مدل CI-202 ساخت کشور آمریکا) اندازه‌گیری گردید. سپس دانهال‌ها به آرامی از گلدان خارج و از محل طوقه، قسمت هوایی و ریشه جدا و پس از شستشو در مایع ظرفشویی با آب مقطر شسته شدند. سپس نمونه‌ها به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس در آون خشک و توزین گردیدند. سپس ۰/۵ گرم از نمونه‌های پودر شده بخش هوایی (ساقه و برگ) و ریشه به‌طور جداگانه در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به روش خشک‌سوزانی خاکستر گردید و به هر کدام از نمونه‌ها پنج میلی‌لیتر اسید کلریدریک دو نرمال اضافه و با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد. غلظت عناصر منگنز و روی با دستگاه جذب اتمی (مدل GBC, 932، ساخت کشور استرالیا)، غلظت پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر (مدل PFP7 ساخت کشور انگلیس) و غلظت فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل T80 UV/VIS Spectrometer PG Instruments Lt ساخت کشور چین) اندازه‌گیری شد (۲۱). داده‌های به‌دست آمده از اندازه‌گیری‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C و با استفاده از آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. هم‌چنین نمودارها و جداول مربوطه با استفاده از برنامه Excel و Word رسم گردیدند.

نتایج و بحث

وزن خشک بخش هوایی و ریشه

نتایج تجزیه کوواریانس مربوط به وزن خشک بخش هوایی (ساقه و برگ) نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف منگنز و شوری و اثر متقابل آنها وجود دارد (جدول ۲). لیکن در ریشه تنها تأثیر شوری و اثر متقابل شوری و منگنز معنی‌دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که با افزایش سطح شوری، وزن خشک اندام هوایی کاهش یافت (جدول ۳). به‌طوری‌که با مصرف ۷۵،

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.4.2.6]

جدول ۱. غلظت محلول نهایی عناصر پرمصرف و کم‌مصرف در تیمارهای مورد آزمایش

نام ترکیب	غلظت محلول نهایی (میلی‌مولار)	نام ترکیب	غلظت محلول نهایی (میکرومولار)
KNO_3	۱	$(NH_4)_6\ Mo_7O_{24}$	۰/۰۴
$Ca(NO_3)_2.4H_2O$	۰/۵	H_3BO_3	۲۴/۲۶
NH_4NO_3	۰/۳۵	$CuSO_4.5H_2O$	۱
KH_2PO_4	۰/۸	$ZnSO_4.7H_2O$	۳/۸۲
K_2HPO_4	۰/۳	Fe-EDTA	۱/۵۴
$MgSO_4.7H_2O$	۰/۵		

جدول ۲. نتایج تجزیه کوواریانس پارامترهای رشد دانهال‌های پسته

		میانگین مربعات			
منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	سطح برگ	تعداد برگ
شوری	۴	۲/۰۳**	۰/۰۲**	۶۰۰۳/۸۶**	۴۵/۸۳*
منگنز	۳	۰/۴۴**	۰/۰۴ ^{ns}	۶۹۴/۲۵**	۷۷/۷۶ ^{ns}
شوری×منگنز	۱۲	۰/۱۵*	۰/۰۲**	۵۷۳/۴۵**	۳۱/۴۲^{ns}
کوواریانس	۱	۰/۴۷	۰/۸۱	۱۴۱۳/۳۳	۲۸/۴۳
خطا	۵۹	۰/۰۷	۰/۰۱	۱۴۹/۲۳	۲۷/۶۷
ضریب تغییرات (٪)		۲۵/۲۳	۱۰/۷۹	۲۶/۰۰	۲۵/۱۲

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم وزن خشک بخش هوایی به‌ترتیب ۲۴، ۸۰، ۸۲ و ۹۲ درصد نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری پیدا نمود. بررسی روند تغییرات وزن خشک بخش هوایی تحت تأثیر سطوح مختلف منگنز نشان داد که با افزایش منگنز به ۱۲ و ۲۴ میکرومولار، وزن خشک اندام هوایی به‌ترتیب ۲۹ و ۱۹ درصد افزایش حاصل کرد. لیکن فقط سطح ۱۲ میکرومولار نسبت به شاهد معنی‌دار گردید و با افزایش بیشتر منگنز، وزن خشک اندام هوایی نسبت به شاهد تغییر معنی‌داری حاصل نکرد (جدول ۳). نتایج به‌دست آمده در مورد اثر متقابل منگنز و شوری نیز نشان داد که در سطح صفر شوری (کلرید سدیم)، با افزایش منگنز به ۱۲ و ۲۴ میکرومولار، وزن خشک بخش هوایی به‌ترتیب ۳۱ و ۵۲ درصد افزایش یافت. لیکن با افزایش شوری به ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و بیشتر و با مصرف منگنز، هیچ افزایش معنی‌داری حاصل نگردید (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در مورد تأثیر شوری بر وزن خشک ریشه (جدول ۳) نشان داد که با افزایش شوری به ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، وزن خشک ریشه به‌ترتیب ۳۳، ۳۷ و۴۰ درصد نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری یافت. هم‌چنین نتایج به‌دست آمده در مورد اثر متقابل شوری و منگنز بر ورزن خشک ریشه (جدول ۳) نشان داد که در سطح صفر منگنز، با افزایش شوری از صفر به ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، وزن خشک ریشه ۴۷ درصد کاهش معنی‌داری یافت. اما با مصرف ۱۲ میکرومولار منگنز و با افزایش همین مقدار شوری، وزن خشک ریشه به ۳۷ درصد

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.4.2.6]

جدول ۳. مقایسه میانگین‌های وزن خشک بخش هوایی و ریشه (گرم در گلدان) و سطح برگ (سانتی‌مترمربع در گلدان) نهال‌های پسته تحت اثر متقابل شوری و منگنز

سطح شوری (میلی‌مولار کلرید سدیم)	سطح منگنز (میکرومولار)				میانگین
	صفر	۱۲	۲۴	۳۶	
وزن خشک اندام هوایی					
صفر	۱/۵۶c	۲/۰۵ ab	۲/۳۶۷a	۱/۵۶c	۱ /۸۸ A
۷۵	۱/۴۲c	۱/۷۲ bc	۱/۵۲c	۱/۰۱d	۱/۴۲ B
۱۵۰	۰/۳۹e	۰/۴۷e	۰/۲۸e	۰/۳۰e	۰ /۳۶ C
۲۲۵	۰/۳۶e	۰/۳۷e	۰/۲۹e	۰/۳۲e	۰/۳۳ C
۳۰۰	۰/۲۱e	۰/۳۱e	۰/۲۶e	۰/۲۰e	۰/۲۹ C
میانگین	۰/۷۹ BC	۱/۰۲A	۰/۹۴ AB	۰/۶۸ C	
وزن خشک ریشه					
صفر	۱/۴۷ ab	۱/۵۵ a	۱/۳۳ ab	۱/۲۴ bc	۱/۴۱ A
۷۵	۱/۴۶ ab	۱/۲۱ bcd	۱/۳۲ ab	۱/۲۷ bc	۱/۳۱ A
۱۵۰	۰/۸ ef	۱/۰۳ c-f	۰/۹۷ def	۰/۹۱ ef	۰/۹۳ B
۲۲۵	۰/۸ ef	۰/۷۹ ef	۰/۸۷ef	۱/۰۶ cde	۰/۸۸ B
۳۰۰	۰/۷۸ f	۰/۹۴ ef	۰/۸۱ ef	۰/۷۹ef	۰/۸۳ B
میانگین	۱/۰۶A	۱/۰۹A	۱/۳۴A	۱/۳۹A	
سطح برگ					
صفر	۱۰۲/۶ c	۱۲۱/۲ b	۱۵۲a	۹۶/۲۵cd	۱۱۸ A
۷۵	۷۰/۱۵e	۷۴/۶۷e	۸۰/۵۸ de	۷۴/۶۷e	۷۴/۴۹ B
۱۵۰	۱۷/۱۰ f	۱۶/۵f	۱۶/۲۹f	۱۸/۷۴f	۱۷/۷۱ C
۲۲۵	۱۷/۴۶ f	۱۳/۲۵f	۱۵/۷۶f	۱۵/۹۶f	۱۵/۶۱ C
۳۰۰	۱۱/۱۴ f	۱۱/۶۳f	۷/۱f	۶/۶۷ f	۹/۱۳ C
میانگین	۴۳/۷۰B	۴۷/۴۵ AB	۵۴/۳۵ A	۴۲/۴۶ B	

در هر ردیف یا ستون، میانگین‌های دارای حرف لاتین مشترک در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

رسید. به عبارت دیگر، با کاربرد ۱۲ میکرومولار منگنز، ۱۰ درصد از کاهش وزن خشک ریشه جلوگیری شد. نتایج سایر محققین نیز نشان داد که با افزایش شوری، وزن خشک بخش هوایی و ریشه گیاه پسته با کاهش معنی‌داری مواجه می‌شود (۳، ۷، ۹ و ۱۲). احتمالاً این کاهش می‌تواند مربوط به سمیت یون‌های کلر و سدیم، کاهش پتانسیل آب و یا کاهش تعداد برگ و کوچک‌تر شدن سطح برگ‌ها باشد. هم‌چنین این یافته‌ها با نتایج سپاسخواه و مفتون (۳۲) و توللی و همکاران (۳۵) که

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.4.2.6]

در مورد پسته مطالعه کردند، هم‌خوانی دارد. آدیش و همکاران (۱۷) در تحقیقی که روی گیاه پسته انجام دادند به این نتیجه رسیدند که با کاربرد ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، وزن خشک بخش هوایی به‌ترتیب ۵۵ و ۷۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت و وزن خشک ریشه نیز با مصرف ۲۰۰ میکرومولار کلرید سدیم ۴۳٪ کاهش یافت. کریمی و همکاران (۲۵) نیز کاهش وزن خشک بخش هوایی و ریشه را تحت تأثیر شوری در دو رقم پسته (بادامی و قزوینی) گزارش کردند. این محققین هم‌چنین کاهش تعداد و سطح برگ، تجمع و در نهایت سمیت یون‌های سدیم و کلر را از دلایل کاهش رشد دو رقم پسته دانستند. در تحقیق حاضر، بیشترین وزن خشک بخش هوایی مربوط به سطح ۱۲ میکرومولار منگنز بود و غلظت‌های بیشتر منگنز تغییر معنی‌داری را نسبت به شاهد ایجاد نکرد، که ممکن است به‌دلیل به‌هم خوردن تعادل عناصر غذایی و تجمع منگنز در غلظت‌های زیاد باشد. شیبلی و همکاران (۳۴) نیز اعلام کردند که با مصرف ۱۶/۲ میلی‌گرم منگنز در لیتر، وزن خشک بخش هوایی و ریشه گیاه سبب افزایش معنی‌داری پیدا کرد. اما با افزایش غلظت منگنز به ۲۱/۶ میلی‌گرم در لیتر، وزن خشک ریشه و بخش هوایی کاهش یافت، که دلیل این کاهش را تجمع منگنز در گیاه و سمیت آن اعلام کردند.

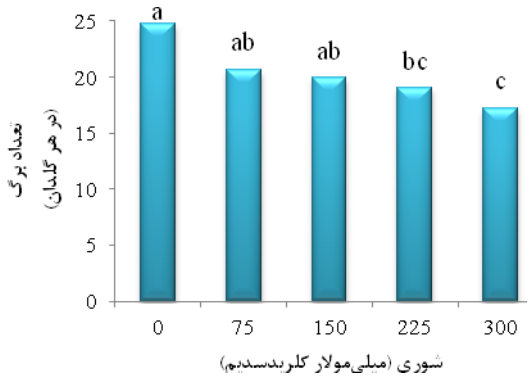
سطح و تعداد برگ

نتایج تجزیه کوواریانس سطح برگ نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف شوری، منگنز و اثر متقابل شوری و منگنز وجود دارد، اما در مورد تعداد برگ، تنها سطوح مختلف شوری معنی‌دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که با افزایش شوری به ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، سطح برگ به‌ترتیب ۴۳، ۸۵، ۸۶ و ۹۲ درصد کاهش معنی‌دار پیدا کرد (جدول ۳). روند تغییرات سطح برگ تحت تأثیر سطوح مختلف منگنز نشان داد که با مصرف ۲۴ میکرومولار منگنز، سطح برگ ۲۴٪ افزایش یافت. لیکن با افزایش بیشتر منگنز، سطح برگ نسبت به شاهد تغییر معنی‌داری حاصل نکرد. اثر متقابل شوری و منگنز بر سطح برگ (جدول ۳) نیز نشان داد که در سطح صفر شوری و با افزایش غلظت منگنز به ۲۴ میکرومولار، سطح برگ ۴۸٪ نسبت به شاهد افزایش یافت. اما هنگامی‌که محیط با کلرید سدیم شور شد (در تمامی سطوح شوری)، افزایش منگنز نتوانست از کاهش سطح برگ جلوگیری کند. در شرایط بدون شوری، اعمال ۲۴ میکرومولار منگنز، سطح برگ را بهبود بخشید. اما با اعمال شوری، احتمالاً کارایی غشا مختل شده و نقش منگنز در توسعه سلول و در نهایت افزایش سطح برگ از دست رفته است. همان‌گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، تعداد برگ نیز با افزایش شوری کاهش یافت. این کاهش معنی‌دار مربوط به سطوح ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم بود که به‌ترتیب ۲۳ و ۳۰ درصد تعداد برگ را نسبت به شاهد کاهش داد. نتایج مشابهی توسط سایر محققین روی گیاه پسته به‌دست آمده است (۱، ۳، ۷، ۸ و ۱۲).

تاج‌آبادی‌پور (۳) علت کاهش سطح برگ پسته در اثر شوری را اثر مستقیم نمک بر سرعت تقسیم سلولی و یا کاهش طول مدت توسعه سلولی اعلام کرد. این پژوهشگر هم‌چنین علت کاهش تعداد برگ را سمیت ناشی از اثرهای سوء کلرید سدیم گزارش نمود. کریمی و همکاران (۲۵) نیز هنگامی‌که شوری محیط را با کلرید سدیم به ۳۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک رساندند، با کاهش ۳۵ درصدی در تعداد برگ پسته مواجه شدند. کاهش سطح برگ ممکن است در ارتباط با پیری زودرس و مرگ بافت باشد، که سرعت رشد را کاهش داده و یا رشد رویشی را به تأخیر می‌اندازد. به نظر می‌رسد کاهش سطح برگ تحت تأثیر شوری، به‌دلیل ورود کمتر دی‌اکسیدکربن و رشد محدود گیاه تحت تنش شوری باشد. این موضوع توسط محققین زیادی مورد تأیید قرار گرفته است (۱۰، ۱۹ و ۲۷). وانگ و همکاران (۳۶) عنوان نمودند که در مقادیر زیاد املاح در محیط ریشه، میزان آب قابل دسترس گیاه کاهش می‌یابد که این موضوع از یک طرف موجب محدود شدن تقسیم سلولی و از طرف دیگر باعث کاهش متورم شدن

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.4.2.6]



شکل ۱. تأثیر سطوح مختلف شوری بر تعداد برگ در هر گلدان

سلول‌ها (تورژسانس) شده و در نهایت گسترش سطح برگ کاهش می‌یابد. به‌علاوه، شوری با ایجاد سمیت یونی و صدمه به غشاها بر گسترش برگ‌ها تأثیر می‌گذارد.

ترکیب شیمیایی

غلظت منگنز بخش هوایی و ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که غلظت منگنز بخش هوایی تحت تأثیر سطوح مختلف شوری، منگنز و اثر متقابل شوری و منگنز قرار گرفت. اما در مورد ریشه، تنها اثر سطوح مختلف شوری و منگنز معنی‌دار گردید (جداول ۴ و ۵). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که با افزایش شوری از صفر به ۲۲۵ میلی‌مولار کلرید سدیم، غلظت منگنز تغییر معنی‌داری حاصل نکرد (جدول ۶). لیکن با افزایش شوری به ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و با توجه به این‌که در این شوری، وزن خشک اندام هوایی۹۲٪ کاهش یافت که مسأله رقت (Dilution effect) را به دنبال دارد، غلظت منگنز حدود ۱۴٪ افزایش حاصل کرد. اما نتایج مربوط به تأثیر شوری بر جذب کل عنصر منگنز بخش هوایی نشان داد که جذب کل منگنز بخش هوایی در سطوح شوری ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم به‌ترتیب۵۰، ۴۶ و ۵۸ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت (جدول ۶). تأثیر سطوح مختلف منگنز بر غلظت منگنز بخش هوایی نشان داد که با کاربرد ۱۲، ۲۴ و ۳۶ میکرومولار منگنز، غلظت منگنز به‌ترتیب ۲۱، ۲۰ و ۳۷ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. اثر متقابل منگنز و شوری بر غلظت منگنز بخش هوایی نشان داد که در شرایط بدون شوری و با کاربرد ۳۶ میکرومولار منگنز، غلظت منگنز بخش هوایی ۳۱٪ افزایش یافت. اما در شوری ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم این افزایش به‌ترتیب ۵۲ و ۴۶ درصد می‌باشد. به‌عبارت دیگر، شوری منجر به افزایش غلظت منگنز در اندام هوایی شد. از آنجا که فهم این موضوع می‌تواند پیچیده شود، می‌توان غلظت منگنز تک تک تیمارها را در وزن خشک آنها ضرب و جذب کل منگنز را به‌دست آورد (جدول ۶). همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در شرایط بدون شوری و شوری کم (۷۵ میلی‌مولار کلرید سدیم)، با کاربرد ۲۴ میکرومولار منگنز، جذب کل منگنز بخش هوایی به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش یافت. اما در شوری ۳۰۰ میلی‌مولار این افزایش در سطح ۱۲ میکرومولار منگنز صورت گرفت. روند تغییرات غلظت منگنز ریشه در سطوح مختلف شوری (شکل ۲- الف) نشان داد که با افزایش شوری غلظت منگنز ریشه افزایش یافت. به‌طوری‌که با کاربرد ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم غلظت منگنز ریشه به‌ترتیب ۱۵، ۵۰، ۴۹ و ۵۲ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش حاصل کرد. لیکن اگر تأثیر شوری را بر جذب کل منگنز ریشه در نظر بگیریم (شکل ۲- ب) چنین به‌دست می‌آید که با کاربرد ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم جذب کل منگنز ریشه به‌ترتیب ۲۷، ۳۷ و ۴۸ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش پیدا کرد.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.4.2.6]

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس غلظت برخی عناصر غذایی در بخش هوایی دانهال‌های پسته

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		Mn	Zn	P	K
شوری	۴	۱/۰۵**	۲/۹۱**	۰/۰۰۷*	۱/۰۵**
منگنز	۳	۴/۸**	۰/۶۶*	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۷*
منگنز × شوری	۱۲	۰/۴۲*	۰/۷۱^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۶^{ns}
خطا	۶۰	۰/۲۱	۰/۱۹	۰/۰۰۳	۰/۰۲
ضریب تغییرات (٪)		۱۲/۹۱	۱۳/۹۱	۸/۸۳	۱۵/۶۵

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس غلظت برخی عناصر غذایی در ریشه دانهال‌های پسته

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		Mn	Zn	P	K
شوری	۴	۴۱/۴۸**	۲/۴۸**	۰/۰۰۶**	۰/۴۸**
منگنز	۳	۱۷/۷۴**	۰/۱۶^{ns}	۰/۰۰۴*	۰/۰۴^{ns}
شوری×منگنز	۱۲	۵/۹۵^{ns}	۰/۳۴^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۹^{ns}
خطا	۶۰	۱/۲۱	۰/۱۲	۰/۰۰۱	۰/۰۶
ضریب تغییرات (٪)		۱۵/۴۴	۱۱/۱۹	۴/۷۴	۲۱/۱۰

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

نتایج مربوط به تأثیر تیمار منگنز بر غلظت منگنز ریشه (شکل ۳) نشان داد که با کاربرد ۲۴ و ۳۶ میکرومولار منگنز، جذب کل منگنز به‌ترتیب ۲۸ و ۳۵ درصد نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد. در خاک‌های شور سدیمی، حلالیت عناصر کم‌مصرف کم بوده و گیاهان رشد کرده در این خاک‌ها اغلب با کمبود این عناصر و کاهش رشد مواجه هستند (۲۸). هم‌چنین شوری ممکن است موجب افزایش غلظت عناصر کم‌مصرف و تأثیر آن در بخش هوایی گیاه شده و در بعضی مواقع بر غلظت این عناصر بی‌تأثیر باشد (۱۳). در این پژوهش، با افزایش شوری غلظت منگنز در بخش هوایی و ریشه افزایش یافت. این افزایش به‌دلیل کاهش وزن ماده خشک و تجمع منگنز در گیاه می‌باشد. در تحقیقی که طالبی (۸) روی گیاه پسته انجام داد، مشخص گردید که شوری غلظت منگنز ریشه را افزایش داد. دوران زوازو و همکاران (۲۲) نیز گزارش کردند که با افزایش شوری تا سطح ۲/۵ دسی‌زیمنس بر متر، غلظت منگنز ریشه و اندام هوایی به‌ترتیب ۸۸ و ۵۲ درصد افزایش یافت. در مرکبات (۳۱) و چغندرقند (۲۳) نیز شوری باعث افزایش غلظت منگنز شد. اما در گیاه Salvadorecea شوری تأثیر معنی‌داری بر غلظت منگنز بخش هوایی نداشت ولی غلظت منگنز ریشه را کاهش داد (۳۰). این تفاوت‌ها می‌تواند به‌دلیل سطوح مختلف شوری و وضعیت رشد و طول مدت آزمایش باشد (۲۲).

غلظت روی در بخش هوایی و ریشه

نتایج تجزیه واریانس مربوط به غلظت روی بخش هوایی نشان

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.4.2.6]

جدول ۶. مقایسه میانگین‌های غلظت (میکروگرم در گرم وزن خشک) و جذب (میکروگرم در گلدان) منگنز بخش هوایی نهال‌های پسته تحت اثر متقابل شوری و منگنز

سطح شوری (میلی‌مولار کلرید سدیم)	سطح منگنز (میکرومولار)				میانگین
	صفر	۱۲	۲۴	۳۶	
	غلظت منگنز اندام هوایی				
صفر	۲/۹۹ g (۲۹/۳۳ cd)†	۴/۲۱ bcd (۵۰/۰ ab)	۳/۷۷ c-f (۵۴/۷۹ a)	۳/۹۲ b-f (۴۷/۱۲ ab)	۳/۷۲ B (۴۵/۳۲ A)
۷۵	۳/۲۹ efg (۳۳/۱۲c)	۳/۸۹ b-f (۴۵/۹۹ b)	۳/۸۶ b-f (۴۷/۲۱ ab)	۴/۳۳ abc (۴۵/۶۱ b)	۳/۸۴ B (۴۲/۹۸ A)
۱۵۰	۳/۴۵ d-g (۲۱/۱۷ def)	۳/۳۱ efg (۲۲/۸۶ def)	۳/۷۶ c-f (۲۲/۲۴ def)	۴/۴۲ abc (۲۳/۱۴ def)	۳/۷۳ B (۲۲/۵۰ B)
۲۲۵	۲/۷۷ g (۲۰/۸۰ def)	۴/۰۰ b-e (۲۳/۲۵ def)	۳/۱۹ fg (۲۶/۱۱ c-f)	۴/۲۲ b-c (۲۷/۶۳ cde)	۳/۵۴ B (۲۴/۴۵ B)
۳۰۰	۳/۴۳ efg ۱۳(۱۳/۵۳ g)	۳/۸۸ b-f (۲۴/۴۶ def)	۴/۵۹ ab (۲۰/۴۲ efg)	۵/۰۲ a (۴۹/۱۷ fg)	۴/۲۳ A (۱۸/۹۸ C)
میانگین	۳/۱۸ C (۲۳/۷۱ B)	۳/۸۶ B (۲۳/۳۲ A)	۳/۸۳ B (۳۴/۱۶ A)	۴/۳۸ A (۳۲/۲۰ A)	

در هر ردیف یا ستون، میانگین‌های دارای حرف لاتین مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

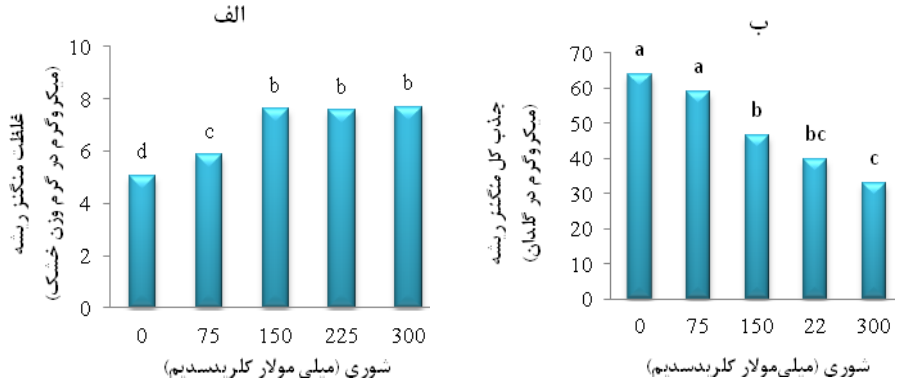
†: اعداد داخل پرانتز جذب کل می‌باشند و از حاصل‌ضرب غلظت در وزن خشک به‌دست آمده‌اند.

داد که اختلاف معنی‌داری بین شوری و منگنز وجود دارد، اما در مورد ریشه تنها بین سطوح مختلف شوری اختلاف معنی‌دار است (جداول ۴ و ۵). مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن (شکل ۴- الف)، حاکی از این است که میانگین غلظت روی بخش هوایی با افزایش شوری افزایش یافت. به‌گونه‌ای که با مصرف ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، غلظت این عنصر به‌ترتیب ۱۲، ۱۶ و ۱۹ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش پیدا کرد. نتایج مربوط به تأثیر شوری بر جذب کل (حاصل‌ضرب غلظت در وزن خشک) عنصر روی در بخش هوایی نشان داد (شکل ۴- ب) که با افزایش شوری از صفر به ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، جذب این عنصر به‌ترتیب ۱۵، ۴۸، ۵۷ و ۶۳ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش پیدا کرد. نتایج این پژوهش هم‌چنین نشان داد که با افزایش منگنز تا سطح ۳۶ میکرومولار، غلظت روی بخش هوایی به میزان ۱۰٪ نسبت به شاهد افزایش پیدا نمود (شکل ۵).

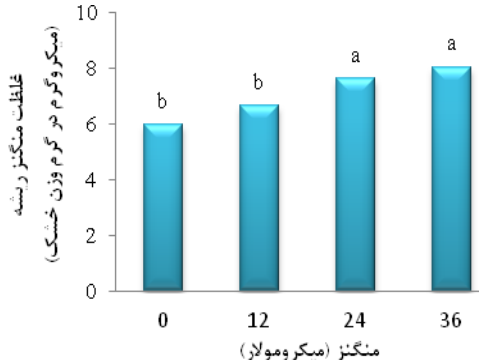
روند تغییرات غلظت روی ریشه تحت تأثیر سطوح مختلف شوری نشان داد (شکل ۶- الف) که با کاربرد ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، جذب روی ریشه به‌ترتیب ۳۲، ۲۴ و ۳۱ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری حاصل نمود. لیکن جذب کل روی با کاربرد ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید- سدیم کاهش یافت. نتایج تحقیقات مظفری (۱۲) 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 با افزایش شوری زیاد می‌گردد و دلیل این

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-04-12]

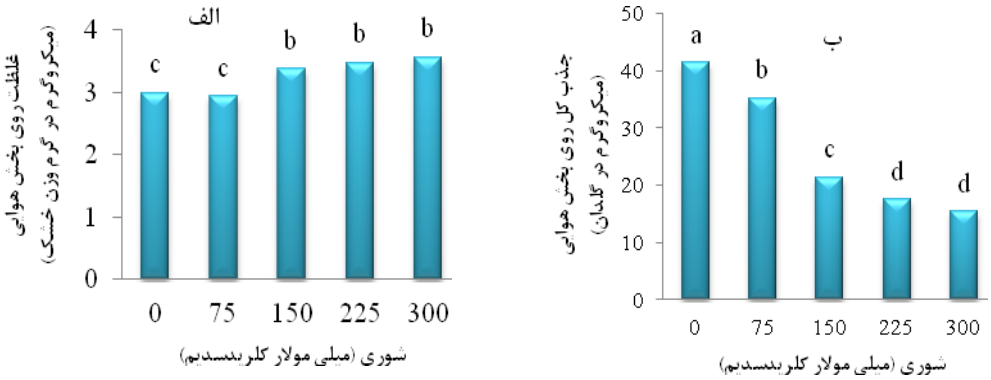
[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.4.2.6]



شکل ۲. تأثیر سطوح مختلف شوری بر غلظت (الف)و جذب کل (ب) منگنز ریشه پسته



شکل ۳. تأثیر سطوح مختلف منگنز بر غلظت منگنز ریشه

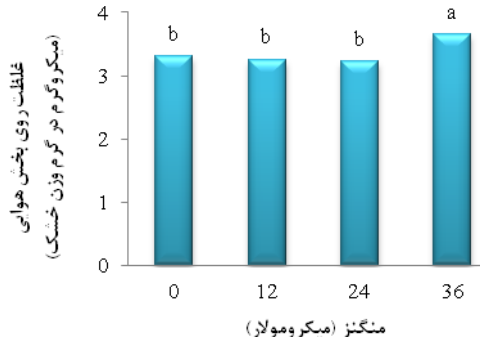


شکل ۴. تأثیر سطوح مختلف شوری بر غلظت روی (الف) و جذب کل روی (ب) بخش هوایی پسته

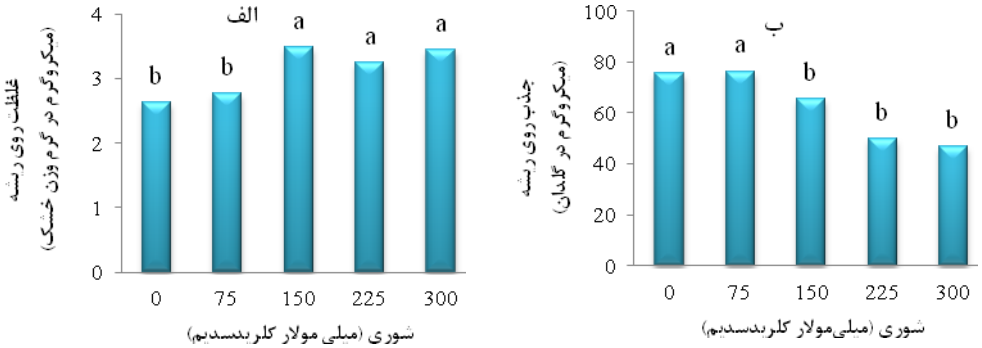
موضوع را جایگزینی روی قابل تبادل با سدیم اعلام کردند (۳۱). طالبی و همکاران (۹) نیز افزایش غلظت روی تحت تنش شوری در ریشه گیاه پسته را گزارش کردند و علت آن را اختلال در انتقال این عنصر از ریشه به اندام هوایی بیان نمودند. شیبلی و همکاران (۳۴) اعلام کردند که با افزایش غلظت منگنز، غلظت روی در سیب افزایش یافت. این محققین هم‌چنین رابطه هم‌افزایی بین روی و منگنز را نیز گزارش کردند. در این پژوهش نیز با افزایش منگنز به ۳۶ میکرومولار، غلظت روی افزایش یافت.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.4.2.6]



شکل ۵. تأثیر سطوح مختلف منگنز بر غلظت روی بخش هوایی پسته



شکل ۶. تأثیر سطوح مختلف شوری بر غلظت روی (الف) و جذب کل روی (ب) ریشه پسته

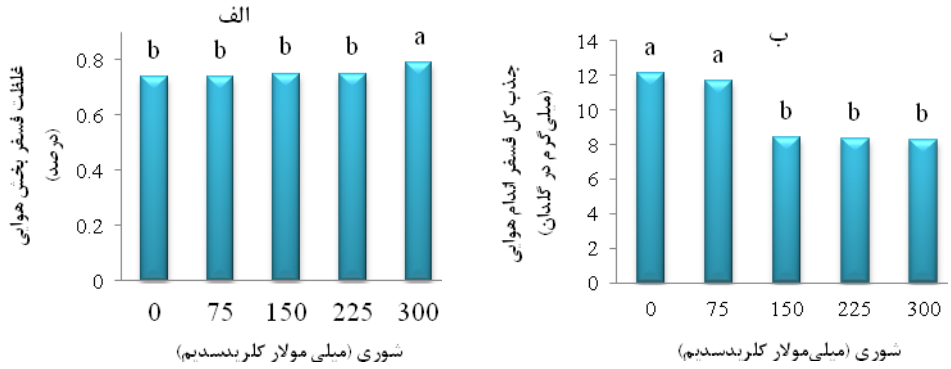
غلظت فسفر بخش هوایی و ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف شوری، غلظت فسفر بخش هوایی و ریشه را تحت تأثیر معنی‌دار قرار داد، اما غلظت فسفر ریشه تحت تأثیر معنی‌دار منگنز نیز قرار گرفت (جداول ۵ و ۶). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش شوری از صفر به ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، غلظت فسفر در بخش هوایی ۶٪ افزایش یافت (شکل ۷- الف). لیکن نتایج جذب فسفر (حاصل‌ضرب غلظت فسفر در وزن خشک بخش هوایی) نشان داد که با افزایش شوری از صفر به ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، میانگین جذب کل فسفر در بخش هوایی از ۱۲/۶ به ۸/۲۵ میلی‌گرم در گلدان کاهش پیدا کرد. نتایج این پژوهش هم‌چنین نشان داد که با کاربرد ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم و بیشتر غلظت فسفر ریشه نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد (شکل ۸- الف). اما نتایج جذب برعکس غلظت حاکی از کاهش آن تحت تأثیر شوری است (شکل ۸- ب). هم‌چنین کاربرد ۳۶ میکرومولار منگنز، غلظت فسفر را حدود ۷٪ افزایش داد (شکل ۹). این افزایش ممکن است به‌دلیل اثر هم‌افزایی بین فسفر و منگنز باشد. شهریاری (۷) گزارش نمود که با افزایش فسفر، غلظت منگنز کاهش یافت. درحالی‌که اورهو و نواگولا (۲۸) گزارش کردند که با افزایش منگنز، غلظت فسفر در گیاه کدو افزایش یافت.

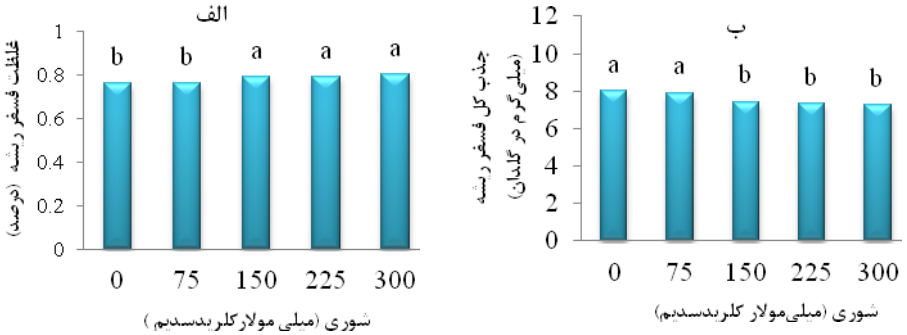
دوران زوازو و همکاران (۲۲) افزایش غلظت فسفر را تحت تنش شوری در بخش هوایی و کاهش غلظت این عنصر را در ریشه گیاه انبه گزارش کردند. در گیاه Salvadoracea نیز افزایش شوری منجر به افزایش غلظت فسفر اندام هوایی گردید (۳۰). در تحقیق حاضر نیز شوری باعث افزایش غلظت فسفر در ریشه و بخش هوایی شد. رامولیا و پاندی (۳۰) گزارش کردند که افزایش غلظت فسفر در اندام هوایی در نتیجه کاربرد

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-04-12]

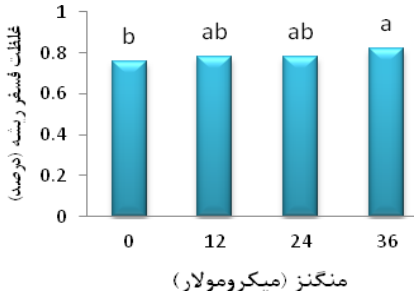
[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.4.2.6]



شکل ۷. تأثیر سطوح مختلف شوری بر غلظت فسفر (الف) و جذب کل فسفر (ب) بخش هوایی پسته



شکل ۸. تأثیر سطوح مختلف شوری بر غلظت فسفر (الف) و جذب کل فسفر (ب) ریشه پسته



شکل ۹. تأثیر سطوح مختلف منگنز بر غلظت فسفر ریشه

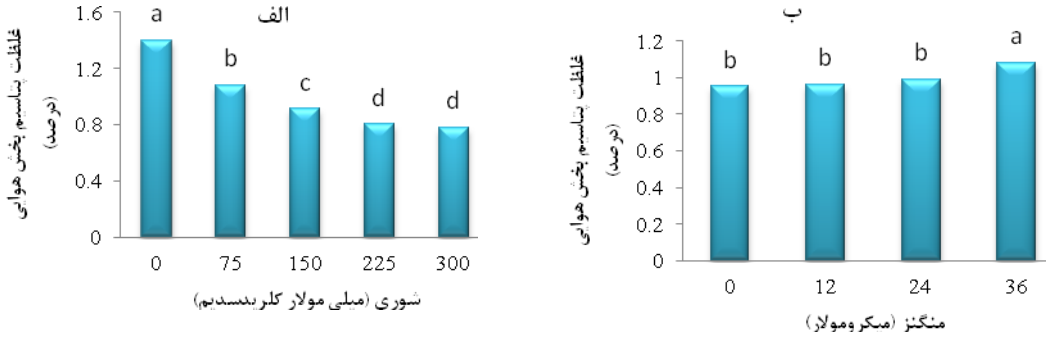
کلرید سدیم ممکن است ناشی از افزایش قابلیت استفاده فسفر و یا تأثیر هم‌افزایی با سدیم در هنگام جذب و یا انتقال به اندام هوایی باشد. این محققین هم‌چنین عنوان نمودند که برهمکنش بین شوری و فسفر بسیار پیچیده است و مکانیسم خاصی برای توضیح افزایش، کاهش یا بی‌اثر بودن جذب فسفر در پاسخ به افزایش شوری وجود ندارد. اما گراتان و گریو (۲۳) اعلام کرده‌اند که در محیط کشت بدون خاک، غلظت فسفر با افزایش شوری افزایش می‌یابد. به‌طوری‌که در آزمایشی که روی غلات در محیط کشت بدون خاک انجام دادند، افزایش سمیت فسفر در اثر شوری را گزارش کردند.

غلظت پتاسیم بخش هوایی و ریشه

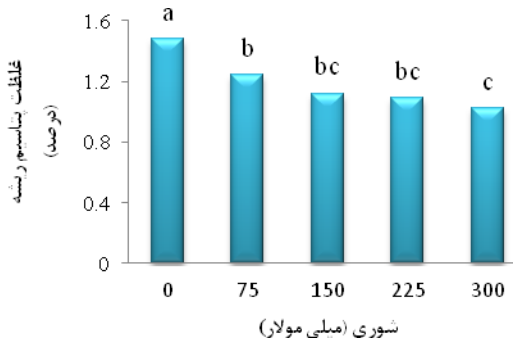
نتایج تجزیه واریانس غلظت پتاسیم در بخش هوایی نشان داد که اثر سطوح مختلف شوری و منگنز معنی‌دار گردید. اما در

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.4.2.6]



شکل ۱۰. تأثیر سطوح مختلف شوری(الف) و منگنز (ب) بر غلظت پتاسیم بخش هوایی پسته



شکل ۱۱. تأثیر سطوح مختلف شوری بر غلظت پتاسیم ریشه

ریشه تنها اثر سطوح مختلف شوری معنی‌دار گردید (جداول ۵ و ۶). روند تغییرات غلظت پتاسیم بخش هوایی در ارتباط با سطوح مختلف شوری نشان داد (شکل ۱۰) که با مصرف ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، غلظت پتاسیم بخش هوایی به‌ترتیب ۲۲، ۳۵، ۴۲ و ۴۴ درصد نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد. با افزایش منگنز، غلظت پتاسیم اندام هوایی افزایش حاصل نمود. به‌طوری‌که با کاربرد ۳۶ میکرومولار منگنز غلظت پتاسیم بخش هوایی ۱۳٪ نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (شکل ۱۰). در ریشه نیز شوری باعث کاهش غلظت پتاسیم گردید. به گونه‌ای که با مصرف ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، جذب پتاسیم ریشه به‌ترتیب ۱۶، ۲۴، ۲۶ و ۳۱ درصد نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری یافت (شکل ۱۱). با توجه به این‌که در باغ‌های پسته غلظت‌های زیاد کلرید سدیم در خاک و آب آبیاری منجر به کاهش و افزایش جذب به‌ترتیب پتاسیم و سدیم می‌گردد، توجه به تغذیه درختان پسته، به‌خصوص مصرف کودهای پتاسیم‌دار، از عوامل مهم افزایش عملکرد است (۱۱). دوران زوازو و همکاران (۲۲) مشاهده کردند که غلظت پتاسیم ریشه گیاه انبه با افزایش شوری کاهش یافت. این کاهش جذب پتاسیم توسط سدیم، یک نمونه رقابت (تبادل یون‌های سدیم با پتاسیم) کاملاً شناخته شده بین عناصر توسط ریشه گیاهان می‌باشد. این محققین هم‌چنین عنوان نمودند که در شرایط شور، به‌دلیل مقادیر زیاد سدیم در محیط بیرون، نه تنها ریشه از جذب پتاسیم ممانعت می‌کند، بلکه ممکن است سلامت غشاهای ریشه را مختل کرده و گزینش‌پذیری آنها را تغییر دهد. در تحقیق حاضر، غلظت ۳۶ میکرومولار منگنز باعث افزایش غلظت پتاسیم شد. این افزایش ممکن است به‌دلیل اثر هم‌افزایی بین پتاسیم و منگنز باشد که باعث افزایش جذب پتاسیم

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.4.2.6]

می‌شود. در گندم نیز با افـزایش سـطح منگنـز، غلظـت پتاسـیم افزایش یافت. به‌طوری‌کـه بـا مـصرف ۱۶ کیلـوگرم در هکتـار منگنز، غلظت پتاسیم به میزان ۱۰٪ افزایش یافت (۱۶).

نتیجه‌گیری

شوری منجر به کاهش وزن خشک ریشه و بخش هوایی، سطح و تعداد برگ گردید. امـا مـصرف ۱۲ و ۲۴ میکرومـولار منگنـز به‌ترتیب منجر به افزایش معنی‌دار وزن خشک بخـش هـوایی و سطح برگ شد. افزایش شوری، منجر به افزایش غلظت منگنـز، روی و فسفر بخش هوایی و ریشه گردید، و غلظـت پتاسـیم را در بخش هوایی و ریشه کاهش داد. تمامی سطوح کاربرد منگنز، غلظت منگنز را در بخش هوایی و ریشه افزایش و غلظت روی بخش هوایی، فسفر ریشه و پتاسیم بخش هوایی را افـزایش داد. با توجه به شور و آهکی بودن خاک‌های تحت کشت پسته و بـا توجه به نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شـود کـه تـأثیر عناصـر کم‌مصرف، به‌خصوص منگنز، در این‌گونه خاک‌ها مورد بررسی قرار گرفته تا زمینه را برای افزایش کمی و کیفی عملکرد فراهم سازد.

منابع مورد استفاده

۱. اسکندری، س. ۱۳۸۸. ارزیابی اثر مس و شوری بر رشد، ترکیب شیمیایی و فتوسنتز نهال‌های پسته. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، بخش خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان.

۲. بلالی، م.، م. ج. ملکوتی، ع. ضیائیان، ز. خوگر، ا. فرج‌نیا، م. کلهر، م. ا. لطف‌الهی، ا. گلچـین، ع. مجیـدی، ج. قـادری و م. کـاظمی طلاچی. ۱۳۸۰. مقایسه روش‌های مختلف کاربرد عناصر کم‌مصرف بر عملکرد کمی و کیفی گندم آبـی در اسـتان‌هـای مختلـف کشور. مجله علوم خاک و آب ۱۵: ۱۴۰-۱۵۳.

۳. تاج‌آبادی‌پور، ا. ۱۳۸۳. تأثیر کاربرد خاکی پتاسیم بر مقاومت نسبی سه رقم پسته بـه تـنش آبـی و شـوری. رسـاله دکتـری، بخـش خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۴. خوش‌گفتارمنش، ا. ح. و ح. سیادت. ۱۳۸۱. تغذیه معدنی سبزیجات و محصولات باغی در شرایط شور. نـشر آمـوزش کـشاورزی، معاونت امور باغبانی وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ۸۷ صفحه.

۵. خوش‌گفتارمنش، ا. ح. ۱۳۸۳. تعیین مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید پسته در اراضی شور اسـتان قـم. پـژوهش‌نامـه اسـتان قـم، مجموعه مقالات تحقیقات استان قم، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان قم، شماره دوم.

۶. دفتر آمار و فن‌آوری اطلاعات. ۱۳۸۶. آمارنامه کشاورزی. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

۷. شهریاری، ر. ۱۳۸۶. تأثیر فسفر، روی و شوری بر رشد و ترکیب شیمیایی پسته. پایان‌نامه کارشناسـی‌ارشـد، بخـش خـاک‌شناسـی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان.

۸. طالبی، م. ۱۳۸۷. تأثیر روی و شوری بر رشد، ترکیب شیمیایی و بافت آوندی در دو رقم پسته. پایان‌نامـه کارشناسـی‌ارشـد، بخـش خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان.

۹. طالبی، م.، و. مظفری و ا. تاج‌آبادی‌پور. ۱۳۸۸. پاسخ دانهال‌های پسته رقم قزوینی(*Pistacia vera cv.* Ghazvin) به سطوح مختلـف روی و کلرید سدیم. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) ۲: ۱۴۹-۱۶۱.

۱۰. عباسی، ف. ۱۳۸۶. اثر متقابل خشکی و شوری بر عوامل رشد دو گونه *Aeluropus logopoides* و *Littoralis aeluropus*. مجلـه علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی ۶۶: ۱۲۱-۱۶۸.

۱۱. محمدخانی، ع. ۱۳۷۶. پسته. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۷۹ صفحه.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.4.2.6]

۱۲. مظفری، و. ۱۳۸۴. بررسی نقش پتاسیم، کلسیم و روی در کنترل عارضه سرخشکیدگی پسته. رساله دکتری، بخش خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۱۳. ملکوتی، م.، پ. کشاورز، س. سعادت و ج. خلدبرین. ۱۳۸۱. تغذیه گیاهان در شرایط شور. نشر آموزش کشاورزی، معاونت امور باغبانی وزارت جهاد کشاورزی، ۸۷ صفحه.

۱۴. ملکوتی، م. ج. و م. م. طهرانی. ۱۳۸۴. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. نشر آثار علمی دانشگاه تربیت مدرس، صفحات ۱۲۷-۱۳۷.

۱۵. میرمحمدی میبدی، م. و ب. قره‌یاضی. ۱۳۸۱. جنبه‌های فیزیولوژیک و به‌نژادی تنش شوری گیاهان. مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، ۲۷۴ صفحه.

16. Abbas, G. M., M. Qasimkhan, M. J. Khan and M. Tahir. 2011. Nutrient uptake, growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) as affected by manganese application. Pak. J. Bot. 43(1): 607-616.
17. Adish, M., M. Fekri and H. Hokmabadi. 2010. Response of Badami- Zarand pistachio rootstock to salinity stress. Intl. J. Nuts Related Sci. 1(1): 1-11.
18. Alloway, B. J. 2004. Zinc in Soils and Crop Nutrition. International Zinc Association (IZA), www.zinc.org.
19. Arshi, A., M. Z. Abdin and M. Labal. 2002. Growth and metabolism of senna as affected by salt stress. Biol. Plantarum. 45(2): 295-298.
20. Burneli, J. N. 1988. The biochemistry of manganese in plants. PP. 125-137. *In*: Graham, R. D., J. Hannam and N.C. Uren (Eds.), Manganese in Soils and Plants, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
21. Chapman, H. D. and P. F. Pratt. 1982. Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters. Div. of Agric., Univ. of California, Berkeley, CA.
22. Duran Zuazo, V. H., A. Martinez-Raya, J. Aguila Ruiz and D. Franco Tarifa. 2004. Impact of salinity on macro- and micronutrient uptake in mango (*Mangifera indica* L. cv. Osteen) with different rootstocks. Spanish J. Agric. Res. 2(1): 121-133.
23. Grattan, S. R. and C. M. Grieve. 1999. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. Sci. Hort. 78(1-4): 127-157.
24. Hoagland, D. R. and D. I. Arnon. 1950. The water-culture method for growing plant without soil. Calif. Agric. Experiment. Station Circular 347: 1-34.
25. Karimi, S., M. Rahemi, M. Maftoun and V. Tavallali. 2009. Effect of long-term salinity on growth and performance of two pistachio (*Pistacia vera* L.) rootstocks. J. Basic Appl. Sci. 3 (3): 1630-1639.
26. Mozzaffari, 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. 22: 301-305.
27. Netondo, G. W., J. C. Onyango and E. Beck. 2004. Sorghum and salinity: Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. Crop Sci. 44: 806-811.
28. Orhue, F. R. and C. N. C. Nwaoguala. 2010. The effect of manganese on early growth of fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook F) in an Ultisol. J. Trop. Agric. Food, Environ. Exten. 9(3): 154-160.
29. Page, A. L., A. C. Chang and D. C. Adriano. 1990. Deficiencies and toxicities of trace elements. Agricultural Salinity Assessment and Management, Chapter 7, ASCE Manuals and Reports on Eng. Practice ASCE, 71: 138-160.
30. Ramoliya, P. J. and A. N. Pandey. 2003. Effect of salinization of soil on emergence, growth and survival of seedlings of *Cordia rothii*. Forest Ecol. Manage. 176: 185-194.
31. Ruiz, D., V. Martínez and A. Cerdá. 1997. Citrus response to salinity: Growth and nutrient uptake. Tree Physiol. 17: 141-150.
32. Sepaskhah, A. and M. Maftoun. 1981. Growth and chemical composition of pistachio seedlings as influenced by irrigation regimes and salinity levels of irrigation water. I. Growth. Soil Sci. Soc. Am. J. 57: 469-476.
33. Sepaskhah, A. and M. Maftoun. 1988. Relative salt tolerance of pistachio cultivars. Hort. Sci. 63: 157-162.
34. Shibli, R. A., M. A. Shatnawi, M. J. Mohammad, M. Y. Hindiyeh and A. Abu-Ein. 2007. Influence of Zn and Mn levels on growth and micronutrient acquisition of apple microculture. Am.-Eura. J. Agric. Environ. Sci. 2(2): 147-152.
35. Tavallali, V., M. Rahemi and B. Panahi. 2008. Calcium induces salinity tolerance in pistachio rootstocks. Fruits 63: 201-208.
36. Wang, W. X., B. Vinocur, O. Shoseyov and A. Altman. 2001. Biotechnology of plant osmotic stress tolerance: Physiology and molecular considerations. Acta Hort. 560: 258-292.

[Downloaded from jspi.iut.ac.ir on 2025-04-12]

[DOR: 20.1001.1.20089082.1391.3.4.2.6]