

## تأثیر منگنز و سالیسیلیک اسید در شرایط شور بر برخی خصوصیات مورفولوژی و

### فیزیولوژیکی دانه‌های پسته

وحید مظفری<sup>۱\*</sup> و محمد مرادزهی روز<sup>۲</sup>

تاریخ ارسال: ۹۷/۱۲/۱۱

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۲۱

#### چکیده

به منظور بررسی تأثیر منگنز و سالیسیلیک اسید در شرایط شور بر برخی از خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی پسته، یک آزمایش گلخانه‌ای در قالب طرح کامل تصادفی بر روی پسته رقم بادامی ریز زرنده انجام شد. تیمارها شامل منگنز (۰، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک)، سالیسیلیک اسید (۰، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) و شوری (۰، ۱۲۰۰ و ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک) بودند. نتایج نشان داد، تنش شوری موجب کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی و ریشه، کلروفیل کل و کارتنوئید و کلروفیل فلورسانس (Fv/Fm) گردید. لیکن مصرف توأم منگنز و سالیسیلیک اسید، مقدار این پارامترها را با افزایش داد، به گونه‌ای که مصرف ۱۰ میلی‌گرم منگنز بر کیلوگرم خاک و ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید، باعث افزایش ۷۸ درصدی وزن خشک اندام هوایی و ۵۰ درصدی کلروفیل فلورسانس نسبت به شاهد گردید. نتایج این آزمایش هم‌چنین نشان داد، شوری فعالیت آنزیم سوپراکسیددسموتاز را افزایش می‌دهد. لیکن با مصرف ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید این افزایش به حدود ۵ برابر شاهد (شرایط غیرشور) رسید. براساس نتایج به دست آمده از این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط شور، مصرف توأم منگنز و سالیسیلیک اسید باعث بهبود پارامترهای رویشی و فتوسنتزی دانه‌های پسته می‌شود.

**واژگان کلیدی:** پسته، سالیسیلیک اسید، شوری، کلروفیل، منگنز

#### مقدمه

شوری خاک یکی از عوامل محدود کننده در تولید محصولات کشاورزی می‌باشد. نزدیک به ۲۰ درصد از اراضی قابل کشت و نیمی از کل اراضی تحت آبیاری با مشکل شوری روبه‌رو هستند (۳). حلالیت عناصر کم‌مصرف در

<sup>۱</sup> دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، ایران

\*نویسنده مسئول: mozafari@yahoo.com

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، ایران

خاک‌های آهکی، شور و سدیمی پایین بوده و گیاهانی که در این خاک‌ها رشد می‌کنند اغلب از نظر این عناصر از جمله منگنز دچار کمبود می‌باشند (۴). با وجود این که درخت پسته مقاوم به شوری شناخته شده است (۲۳)، اما وجود خاک‌های آهکی و شور و آب آبیاری با کیفیت پایین، مشکلات تغذیه‌ای فراوانی را به وجود آورده که باعث کاهش تولید این محصول در سال‌های اخیر شده است (۱). منگنز یکی از عناصر کم مصرف برای رشد گیاهان است که در تمام مراحل توسعه‌ی گیاه ضروری است. این عنصر یک یون فلزی مهم در آنزیم سوپراکسید دسموتاز در میتوکندری می‌باشد که مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی را افزایش و باعث به تاخیر انداختن پیری زودرس در گیاه می‌شود (۴). منگنز از فعالیت آنزیم لیپیدپراکسیداز جلوگیری و فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز را افزایش می‌دهد (۲۹). بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که تحت کمبود منگنز در گیاه، سلول نمی‌تواند تشکیل زیاد رادیکال‌های اکسیژن و زیان‌های حاصل از آن‌ها را به طور مناسبی کنترل کند (۱۰). سالیسیلیک اسید یکی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی است. پیش‌تیمار گیاهان با این ترکیب، باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گردیده که خود منجر به افزایش تحمل به تنش از جمله تنش شوری در گیاهان می‌گردد (۱۰). اثرات بهبود رشد ناشی از کاربرد سالیسیلیک اسید در شرایط تنش‌های محیطی، ناشی از نقش آن در روابط آبی، تنظیم باز و بسته شدن روزنه‌ها و فتوسنتز می‌باشد (۱۹). هم‌چنین سالیسیلیک اسید به‌عنوان یک مولکول پیام‌رسان مهم در پاسخ‌های گیاهان به تنش‌های زیستی و غیرزیستی شناخته شده است (۱۴). در پژوهشی مشخص گردید که محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید می‌تواند اثرات ناشی از سمیت شوری زیاد را کاهش دهد (۷). به‌علاوه شواهد زیادی به‌دست آمده که نشان می‌دهد سالیسیلیک اسید در فرآیندهای فیزیولوژیکی مهمی نظیر رشد و نمو گیاه، فتوسنتز، تعرق، جذب یون و سنتز پروتئین نقش دارد (۷). با توجه به شور و آهکی بودن خاک‌های تحت کشت پسته و نبود آب کافی برای آب‌سویی، بعضی از عناصر مضر از جمله سدیم در محیط ریشه افزایش یافته و منجر به کاهش جذب بعضی از عناصر مورد نیاز گیاه گردیده است که در چند سال اخیر باعث کاهش عملکرد کمی و کیفی درختان پسته شده است. بنابراین استفاده از راهکارهای مدیریت تغذیه‌ای به منظور کاهش اثرات سوء ناشی از شرایط نامناسب خاک و آب، زمینه را برای افزایش عملکرد با کمیت و کیفیت مطلوب فراهم می‌نماید (۳). از آنجایی که پژوهش‌های بسیار اندکی در مورد عنصر منگنز و سالیسیلیک اسید در شرایط شور بر روی پسته انجام شده است، لذا هدف اصلی این پژوهش، بررسی تأثیر منگنز و سالیسیلیک اسید بر برخی ویژگی‌های رشدی، فیزیولوژیکی و اکوفیزیولوژیکی دانه‌های پسته (رقم بادامی ریز زرنده) است.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار بر روی پسته رقم بادامی ریز زرد (پایه غالب منطقه) در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر (ع) رفسنجان انجام شد. فاکتورهای مورد آزمایش شامل منگنز در سه سطح (صفر، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک از منبع سولفات منگنز)، سالیسیلیک اسید در سه سطح (صفر، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) و شوری در سه سطح (صفر، ۱۲۰۰ و ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک) بود. خاک مورد استفاده از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری از یکی از مناطق پسته‌خیز رفسنجان تهیه و پس از هوا خشک کردن و عبور از الک ۲ میلی‌متری، بعضی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید (جدول ۱).

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش.

مقدار	خصوصیت
۲۰	رس (درصد)
۱۸	سیلت (درصد)
۰/۴	ماده آلی (درصد)
لوم رس شنی	بافت
۲۵	ظرفیت زراعی (درصد وزنی)
۵	نقطه پژمردگی دائم (درصد وزنی)
۱۵	کربنات کلسیم معادل (درصد)
۵/۷	ظرفیت تبادل کاتیونی (سانتی مول در کیلوگرم)
۷/۹۴	پ هاش
۱/۹	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)
۹/۹	فسفر به روش اولسن ( میلی‌گرم در کیلوگرم)
۳۸۱	پتاسیم عصاره گیری شده با استات آمونیوم (میلی‌گرم در کیلوگرم)
۰/۵۸	مس عصاره گیری شده با DTPA ( میکروگرم در گرم خاک)
۰/۸۶	روی عصاره گیری شده با DTPA ( میکروگرم در گرم خاک)
۱/۸۲	آهن عصاره گیری شده با DTPA ( میکروگرم در گرم خاک)
۲/۴	منگنز عصاره گیری شده با DTPA ( میکروگرم در گرم خاک)

مقدار چهار کیلوگرم خاک مورد نظر داخل گلدان‌های پلاستیکی ریخته و سطوح مختلف منگنز به صورت محلول طبق نقشه طرح به خاک داخل گلدان‌ها اضافه شد. براساس نتایج آزمون خاک، عناصر روی و آهن به میزان ۵ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک به ترتیب از منبع سولفات روی و سولفات آهن و عنصر نیتروژن به میزان ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک از منبع نترات آمونیوم به صورت محلول با آب آبیاری به گلدان‌ها اضافه شد. بذره‌های پسته رقم بادامی ریز از پژوهشکده پسته‌ی کشور تهیه و پس از جداسازی پوست سخت به مدت ده دقیقه با وایتکس ده درصد ضدعفونی و سه بار و هر بار به مدت ۳۰ دقیقه با آب مقطر استریل شدند. به منظور رفع آلودگی‌های قارچی از قارچ کش بنومیل با غلظت دو در هزار به مدت ۱۵ دقیقه استفاده و در نهایت جهت جوانه‌زنی در میان پارچه‌های متقال استریل و مرطوب در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند. در هر گلدان تعداد ۵ بذر جوانه زده در عمق ۳ سانتی‌متری کشت گردید. آبیاری گلدان‌ها به‌وسیله آب مقطر تا رسیدن به ظرفیت زراعی همراه با توزین مرتب آن‌ها صورت گرفت. تیمارهای سالیسیلیک اسید طبق نقشه طرح به‌صورت محلول تهیه و پس از استقرار کامل نهال‌ها (هفته چهارم پس از کاشت)، سه بار و به فاصله زمانی یک هفته به‌صورت محلول پاشی بر روی دانه‌ها اسپری گردید. تیمارهای شوری نیز در هفته ششم پس از کاشت، به سه قسمت مساوی تقسیم و به فاصله زمانی یک هفته به صورت محلول همراه با آب آبیاری به گلدان‌ها اضافه گردید. هفته بیست و دوم پس از کاشت، دانه‌ها از محل طوقه قطع، برگ و ساقه از هم جدا و به همراه ریشه‌ها که به آرامی از خاک گلدان‌ها خارج گردید توزین و در نهایت با آب مقطر شستشو و در دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت خشک و مجدداً توزین شدند. برای اندازه‌گیری کلروفیل a و b، کلروفیل کل و کارتنوئید ابتدا ۰/۲۵ گرم برگ تازه خرد و در هاون چینی با ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد ساییده شد تا به صورت توده‌ای یکنواخت درآمد. مخلوط حاصل در لوله‌های فالكون ۲۰ میلی‌لیتری ریخته و به مدت ۱۰ دقیقه (۳۵۰۰ دور در دقیقه) سانتریفیوژ گردید. جذب نور محلول رویی با دستگاه اسپکتروفوتومتر مدل Spectrometer PG T80 UV/VIS Instruments Ltd اندازه‌گیری شد (۱۱). فعالیت آنزیم سوپراکسیددسموتاز در انتهای دوره رشد اندازه‌گیری شد. بدین صورت که ۰/۵ گرم از برگ نهال‌های تحت تیمار درون فویل آلومینیومی پیچیده و درون نیتروژن مایع منجمد و سپس با روش سایرام (۱۲) سنجیده شد. نسبت فلورسانس کلروفیل متغیر به حداکثر (Fv/Fm) توسط دستگاه Cholorophyll Fluorimeter مدل PEA, UK, Pocket LTD Hansatech اندازه‌گیری شد. داده‌های به‌دست آمده از اندازه‌گیری‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و با استفاده از آزمون دانکن مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. هم‌چنین نمودارها و جداول مربوطه با استفاده از برنامه Word و Excel رسم گردید.

## نتایج و بحث

## پارامترهای روبشی

## وزن خشک اندام هوایی

همان گونه که مشاهده می‌شود، با افزایش شوری به ۲۴۰۰ میلی گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک، وزن خشک اندام هوایی حدود ۲۱ درصد نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد. لیکن با کاربرد ۱۰ میلی گرم منگنز بر کیلوگرم خاک تغییر معنی‌داری در کاهش وزن خشک اندام هوایی مشاهده نگردید. از طرف دیگر در شرایط غیرشور، با کاربرد ۲۰ میلی گرم منگنز بر کیلوگرم خاک، وزن خشک اندام هوایی ۱۸ درصد نسبت به شاهد افزایش پیدا کرد. در حالی که در شرایط شور (۲۴۰۰ میلی گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک)، کاربرد همین ۲۰ میلی گرم منگنز بر کیلوگرم خاک باعث افزایش ۲۴ درصدی وزن خشک اندام هوایی گردید (جدول ۲).

همچنین نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد (جدول ۳)، تأثیر سالیسیلیک اسید بیشتر از منگنز بر وزن خشک اندام هوایی بود، بدین صورت که کاربرد بالاترین سطوح این دو تیمار به تنهایی باعث افزایش به ترتیب ۶۰ و ۳۶ درصدی این دو پارامتر گردید، ولی مصرف توأم این دو تیمار (۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید و ۱۰ میلی گرم منگنز بر کیلوگرم خاک) باعث افزایش ۷۸ درصدی این پارامتر نسبت به شاهد گردید و بالاترین وزن خشک اندام هوایی از مصرف توأم این دو تیمار بدست آمد.

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین برهم کنش شوری و منگنز بر وزن خشک اندام هوایی (گرم در گلدان) دانه‌های پسته رقم بادامی ریز زرنند.

منگنز (میلی گرم بر کیلوگرم خاک)			شوری (میلی گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک)
۲۰	۱۰	۰	
۵/۱a	۴/۸ab	۴/۳b	۰
۴/۳b	۴/۴۳b	۳/۵c	۱۲۰۰
۴/۲۲b	۴/۴۲b	۳/۴c	۲۴۰۰

میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش منگنز و سالیسیلیک اسید بر وزن خشک اندام هوایی (گرم در گلدان) دانه‌های

پسته رقم بادامی ریز زرد.

منگنز (میلی گرم بر کیلوگرم خاک)			سالیسیلیک اسید (میلی مولار)
۲۰	۱۰	۰	
۴/۱cd	۳/۷d	۳/۰e	۰
۴/۱cd	۴/۶bc	۴/۲cd	۰/۵
۴/۶bc	۵/۳a	۴/۸ab	۱

میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

### وزن خشک ریشه

همان‌گونه که در جدول مقایسه میانگین‌ها مشاهده می‌شود (جدول ۴)، در شرایط غیرشور، با افزایش به تنهایی ۱۰ میلی‌گرم منگنز بر کیلوگرم خاک، وزن خشک اندام هوایی از ۲/۹۶ (شاهد) به ۴/۶۴ گرم در گلدان رسید و افزایش ۵۶ درصدی را نشان داد، لیکن مصرف توأم ۲۰ میلی‌گرم منگنز و ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید، وزن خشک ریشه را به ۵/۰۵ گرم در گلدان رساند و باعث افزایش ۷۰ درصدی این پارامتر گردید. با افزودن ۱۲۰۰ و ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم به محیط کشت و شور شدن محیط، باز مصرف توأم این دو تیمار باعث افزایش وزن خشک ریشه شد، به طوری که با افزودن ۱۰ میلی‌گرم منگنز و ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید در شوری ۱۲۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم باعث افزایش ۲۶ درصدی وزن خشک ریشه نسبت به شاهد شد. هم‌چنین در شوری ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلریدسدیم، با مصرف ۲۰ میلی‌گرم منگنز و ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید، افزایش ۹۸ درصدی این پارامتر مشاهده گردید. در واقع مصرف توأم این دو تیمار، اثرات مخرب شوری را بهبود بخشید.

در این پژوهش وزن خشک اندام هوایی و ریشه با افزایش شوری کاهش یافت. کریمی و همکاران (۱۸) نیز کاهش وزن خشک اندام هوایی و ریشه در دو رقم پسته (بادامی و قزوینی) تحت تأثیر شوری را گزارش و عنوان نمودند که احتمالاً کاهش تعداد و سطح برگ، تجمع و در نهایت سمیت یون‌های سدیم و کلر از دلایل کاهش رشد این دو رقم پسته می‌باشد. اسکندری و همکاران (۲) نیز دلیل کاهش وزن خشک اندام هوایی با افزایش شوری را کم‌تر شدن تعداد برگ و کوچک‌تر شدن سطح آن‌ها دانستند. هم‌چنین مظفری و همکاران (۱) نیز کاهش وزن خشک اندام هوایی و ریشه تحت تأثیر شوری را گزارش کردند، اما مصرف ۱۲ و ۲۴ میکرومولار منگنز به ترتیب منجر به افزایش وزن خشک

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین برهم کنش شوری، منگنز و سالیسیلیک اسید بر وزن خشک ریشه ( گرم در گلدان) دانهال های پسته رقم بادامی ریز زرند.

سالیسیلیک اسید (میلی مولار)				
۱	۰/۵	۰	منگنز (میلی گرم بر کیلوگرم خاک)	شوری (میلی گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک)
۴/۶۸a-c	۴/۹۲a-b	۲/۹۶e-g	۰	۰
۳/۵۹a-e	۲/۹۷e-g	۴/۶۴a-b	۱۰	۰
۳/۹۴a-e	۵/۰۵a	۴/۲۱a-e	۲۰	۰
۳/۶۵a-e	۱/۹۹g-f	۳/۱۶c-g	۰	۱۲۰۰
۳/۳۶b-f	۳/۷۵a-e	۴/۵۶a-d	۱۰	۱۲۰۰
۳/۵۹a-e	۳/۶۳c-f	۳/۶۵a-e	۲۰	۱۲۰۰
۲/۹۲e-g	۳/۰۶d-g	۱/۷۸g	۰	۲۴۰۰
۲/۳۹e-g	۲/۸۸e-g	۳/۸۶a-e	۱۰	۲۴۰۰
۳/۵۴a-f	۲/۳۹e-g	۲/۹۲e-g	۲۰	۲۴۰۰

میانگین های حداقل با یک حرف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

اندام هوایی و ریشه شد. آدیش و همکاران (۵) در تحقیقی که روی درخت پسته انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که با کاربرد ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار کلرید سدیم، وزن خشک اندام هوایی به ترتیب ۵۵ و ۷۳ درصد نسبت به شاهد، کاهش یافت و وزن خشک ریشه نیز با مصرف ۲۰۰ میکرومولار کلرید سدیم ۴۳ درصد کاهش یافت. شیبلی و همکاران (۲۶) اعلام کردند که با مصرف ۱۶/۲ میلی گرم در لیتر منگنز، وزن خشک اندام هوایی و ریشه درختان سیب افزایش معنی داری پیدا کرد، اما با افزایش غلظت منگنز به ۲۱/۶ میلی گرم در لیتر، وزن خشک ریشه و اندام هوایی کاهش یافت. در برنج نیز با کاربرد ۰/۵ میلی گرم منگنز در لیتر وزن خشک اندام هوایی افزایش یافت، اما با افزایش غلظت منگنز به ۲ و ۸ میلی گرم در لیتر وزن خشک اندام هوایی کاهش یافت. این محققین علت آن را تجمع و سمیت منگنز اعلام کردند (۲۱). کاربرد سالیسیلیک اسید در شرایط تنش مقدار هورمون های گیاهی را تغییر می دهد و مکانیسم های محافظت گیاهان در برابر تنش را فعال می کند. در مورد گندم گزارش شده که تیمار سالیسیلیک اسید در شرایط شور، مقدار هورمون های ایندول استیک اسید و سیتوکینین را افزایش و در نتیجه باعث افزایش رشد گردیده است (۲۴). در پژوهش حاضر اثر متقابل شوری و سالیسیلیک اسید بر وزن خشک اندام هوایی معنی دار نشد، اما برهم کنش شوری، منگنز و سالیسیلیک اسید بر وزن خشک ریشه معنی دار شد. سازوکاری که سالیسیلیک اسید رشد ریشه را در برخی از گیاهان افزایش می دهد، به خوبی شناخته نشده است، اما احتمال داده می شود که سالیسیلیک

اسید طولیل شدن و تقسیم سلولی را به همراه مواد دیگری از قبیل اکسین تنظیم می‌کنند، هم‌چنین سالیسیلیک اسید در سنتز پروتئین‌های خاصی به نام گلوتامین کتیناز نقش دارد که این پروتئین‌ها نیز نقش مهمی در تنظیم تقسیم، تمایز و ریختزایی سلول ایفا می‌کنند (۳۱).

## پارامترهای فیزیولوژیکی

### کلروفیل a، b و کل

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، بیشترین غلظت کلروفیل b در سطح شاهد است و با افزایش شوری به ۱۲۰۰ و ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم، غلظت این پارامتر به ترتیب ۱۰ و ۲۵ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به برهم‌کنش منگنز و شوری بر کلروفیل a نشان داد (جدول ۷)، در شرایط غیرشور، با افزایش ۲۰ میلی‌گرم منگنز بر کیلوگرم خاک، کلروفیل a نزدیک به ۷ درصد افزایش معنی‌داری حاصل نمود لیکن با افزایش شوری به ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک، میزان کلروفیل a با کاهش معنی‌داری روبه‌رو شد. در صورتی‌که کاربرد ۱۰ میلی‌گرم منگنز بر کیلوگرم خاک، این اثر کاهشی را از بین برد و کلروفیل a تحت تأثیر شوری با کاهش روبه‌رو نگردید. با کاربرد بیشتر منگنز (۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) کلروفیل a با افزایش معنی‌داری روبه‌رو شد. کلروفیل کل نیز با افزایش شوری نسبت به شاهد با کاهش مواجه شد، به‌طوری‌که با رسیدن شوری به ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک، غلظت کلروفیل کل حدود ۱۹ درصد کاهش پیدا کرد، اما کاربرد ۲۰ میلی‌گرم منگنز در همین سطح شوری، غلظت کلروفیل را حدود ۲۱ درصد نسبت به عدم کاربرد منگنز یا سطح صفر منگنز افزایش داد.



شکل ۱- تأثیر سطوح مختلف شوری بر میزان کلروفیل b در دانه‌های پسته.



جدول ۷- نتایج مقایسه میانگین برهم کنش شوری و منگنز بر میزان کلروفیل a و کل (میلی گرم بر گرم وزن تر) دانهال‌های پسته رقم بادامی ریز زرنند.

منگنز (میلی گرم بر کیلوگرم خاک)			شوری (میلی گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک)
۲۰	۱۰	.	
کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر)			
۰/۰۷۹a	۰/۰۷۶ab	۰/۰۷۴b-c	.
۰/۰۷۷ab	۰/۰۷۶bc	۰/۰۷۳c	۱۲۰۰
۰/۰۷۵ab	۰/۰۷۵ab	۰/۰۶۹d	۲۴۰۰
کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم وزن تر)			
۰/۱۵۰a	۰/۱۴۲ab	۰/۱۳۸a-c	.
۰/۱۳۹a-c	۰/۱۳۴b-d	۰/۱۲۴c-e	۱۲۰۰
۰/۱۳۴b-d	۰/۱۲۲de	۰/۱۱۱e	۲۴۰۰

میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۸- نتایج مقایسه میانگین برهم کنش شوری و منگنز بر میزان کارتنوئید (میلی گرم بر گرم وزن تر) دانهال‌های پسته رقم بادامی ریز زرنند.

منگنز (میلی گرم بر کیلوگرم خاک)			شوری (میلی گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک)
۲۰	۱۰	.	
۱۴/۳۰a	۱۴/۰۰a	۱۴/۶۴a	.
۱۴/۱۷a	۱۳/۴۱ab	۱۲/۳۷bc	۱۲۰۰
۱۳/۴۶ab	۱۱/۵۲cd	۱۰/۹۷d	۲۴۰۰

میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

## کارتنوئیدها

همان‌گونه که در جدول ۸ مشاهده می‌شود، در شرایط غیرشور، افزایش منگنز تأثیری بر میزان کارتنوئید برگ نداشت، لیکن با شور شدن محیط کشت (۲۴۰۰ میلی گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک)، علی‌رغم اینکه در فقدان منگنز، غلظت کارتنوئید به میزان ۲۵ درصد کاهش یافت، ولی با مصرف ۲۰ میلی گرم منگنز بر کیلوگرم خاک، حدود ۲۳ درصد بر میزان غلظت کارتنوئید نسبت به شاهد (در همین سطح شوری) افزوده شد.

برهم‌کنش تیمارهای منگنز و سالیسیلیک اسید نیز نشان داد (جدول ۹) که تأثیرات سطوح مختلف سالیسیلیک اسید و منگنز بر غلظت کارتنوئید مشابه هم است، به نحوی که هر کدام از تیمارها به تنهایی و مشابه با

جدول ۹- نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش منگنز و سالیسیلیک اسید بر میزان کارتنوئید (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) دانه‌های

پسته رقم بادامی ریز

منگنز (میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک)		سالیسیلیک اسید (میلی‌مولار)	
۲۰	۱۰	.	.
۱۳/۸۳ab	۱۲/۲۲cd	۱۱/۸۷d	.
۱۴/۰۲ab	۱۲/۷۸b-d	۱۲/۲۰cd	۰/۵
۱۴/۳۳a	۱۴/۲۸a	۱۳/۳۲a-c	۱

میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

هم، باعث افزایش این پارامتر می‌گردند، ولی بیشترین غلظت کارتنوئیدها با مصرف توأم بالاترین سطح منگنز و سالیسیلیک اسید به‌دست آمد و نسبت به شاهد (سطح صفر) بیشتر از ۲۰ درصد غلظت این پارامتر را با افزایش روبه‌رو ساخت.

کریمی و همکاران (۱۸) در تحقیقی که روی دو رقم پسته انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که با کاربرد ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک، کلروفیل a، b و کلروفیل کل به ترتیب ۵۵، ۵۶ و ۵۶ درصد کاهش یافتند. این محققین علت این کاهش را افزایش فعالیت آنزیم تخریب‌کننده‌ی کلروفیل (کلروفیلاز) تحت تنش شوری گزارش کردند. در برنج نیز غلظت کلروفیل و کارتنوئیدها با افزایش شوری کاهش یافت، به‌گونه‌ای که با مصرف ۲۰۰ میلی‌مولار کلریدسدیم، کلروفیل a و b به ترتیب ۲۷ و ۴۴ درصد کاهش یافت و علت کاهش در کلروفیل را تجمع یون در برگ‌ها گزارش کردند (۲۵). در تحقیق حاضر نیز شوری سبب کاهش کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئید شد. احتمالاً خسارت به مرکز فعل و انفعالات در فتوسیستم دو (PSII) می‌تواند دلیل این کاهش باشد. محققین گزارش کردند که کاهش غلظت کلروفیل a، b و کلروفیل کل در اثر تنش شوری می‌تواند به دلیل اثر بازدارنده تجمع یون‌ها در برگ، افزایش فعالیت آنزیم تخریب‌کننده کلروفیل (کلروفیلاز)، کاهش در سرعت سنتز کلروفیل و کاهش در مقاومت تیلاکوئید باشد (۸). مظفری و همکاران (۱) در پژوهشی بر روی پسته عنوان کردند که با افزایش شوری از صفر به ۱۵۰ و در نهایت ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، کلروفیل a، به ترتیب، از ۲/۶۶ به ۲/۳۴ و ۲/۱۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر کاهش معنی‌داری یافت. به عبارت دیگر، با افزایش شوری کلروفیل a، به ترتیب ۱۲ و ۱۹ درصد نسبت به شاهد کاهش معنی‌دار حاصل کرد، حال آن‌که با افزایش منگنز به ۲۴ و ۳۶ میکرومولار، میزان کلروفیل a، افزایش یافت. هم‌چنین این محققین دریافتند که در سطح صفر منگنز، با افزایش شوری به ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، کلروفیل a، بیش از ۲۶ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. اما با مصرف ۲۴ و ۳۶ میکرومولار منگنز، به‌رغم افزایش شوری به ۳۰۰

میلی مولار کلرید سدیم، کاهش معنی داری در کلروفیل a مشاهده نشد. و بدین صورت بیان داشتند که گرچه شوری منجر به کاهش غلظت کلروفیل و کارتنوئیدها می شود، لیکن کاربرد منگنز بهبود این پارامترها را به دنبال دارد. در پژوهشی که بر روی گیاه گوجه فرنگی انجام شد، مشخص گردید، با افزایش غلظت منگنز، غلظت کلروفیل افزایش یافت (۲۵). در پژوهش حاضر، مصرف توأم سالیسیلیک اسید و منگنز باعث افزایش غلظت کارتنوئید شد. در همین راستا در گیاه لوبیا نیز اسپری برگی سالیسیلیک اسید در شرایط تنش، به مقدار کارتنوئید افزوده شد (۲۸). هم چنین گزارش شده است که رنگدانه های فتوسنتزی در ذرت تحت تنش شوری با کاربرد سالیسیلیک اسید افزایش پیدا کرد (۱۵ و ۲۰).

### فعالیت آنزیم سوپراکسیددسموتاز (SOD)

مقایسه میانگین داده ها (جدول ۱۰) نشان داد که در شرایط غیرشور، علاوه بر اینکه کاربرد هر کدام از تیمارهای منگنز و سالیسیلیک اسید باعث افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز شد، اما بیشترین فعالیت این پارامتر در شرایط غیرشور، با مصرف توأم تیمارها (۲۰ میلی گرم منگنز بر کیلوگرم خاک و ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید) حاصل شد و نسبت به شاهد بیشتر از ۴ برابر افزایش پیدا نمود، لیکن علی رغم اینکه در شرایط شور (۲۴۰۰ میلی گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک) و عدم مصرف منگنز و سالیسیلیک اسید، فعالیت این آنزیم بیش از ۲ برابر نسبت به شرایط غیرشور افزایش یافت، ولی با مصرف ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید این افزایش به حدود ۵ برابر شاهد (شرایط غیرشور) رسید.

جین و همکاران (۱۷) اظهار داشتند که پس از ۲۴ ساعت تنش شوری، میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید-دسموتاز در گیاه افزایش یافت. افزایش فعالیت این آنزیم به خاطر نقش مهم آن جهت مقابله با رادیکال های آزاد اکسیژن ایجاد شده در اثر تنش شوری می باشد. بنابراین SOD به عنوان یکی از اجزای مهم مکانیسم دفاعی گیاه در نظر گرفته می شود. در این تحقیق، افزایش غلظت منگنز منجر به افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسیددسموتاز شد. یکی از تنش های اکسایشی، کمبود عناصر معدنی از جمله منگنز می باشد که می تواند باعث کاهش فعالیت آنزیم سوپراکسید-دسموتاز شود (۳۹). برای از بین بردن رادیکال اکسیژن های فعال، منگنز آنزیم سوپراکسید دسموتاز که یکی از آنتی-اکسیدان های مهم در از بین بردن رادیکال های سوپراکسیددسموتاز است را فعال می کند. بسیاری از مطالعات نشان داده است که در اثر کمبود منگنز در گیاه، متابولیسم سلول نمی تواند تشکیل زیاد رادیکال های اکسیژن و زیان حاصل از آن ها را به طور مناسبی کنترل کند (۱۳ و ۳۰). در تنباکو کمبود منگنز باعث کاهش فعالیت MnSOD گردید و

افزایش این عنصر باعث بالا رفتن فعالیت این ایزوآنزیم شد (۳۰). توللی و همکاران (۲۷) فعالیت آنزیم SOD در شرایط شور را بعد از ۹۰ روز بر روی گیاه پسته اندازه‌گیری و افزایش فعالیت این آنزیم با افزایش شوری را مشاهده کردند. مظفری و همکاران (۱) نشان دادند که با افزایش شوری به ۳۲۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک، فعالیت آنزیم سوپراکسیددسموتاز ۱۰ درصد نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری حاصل کرد. در گیاه توت فرنگی نیز با افزایش شوری تا سطح ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم، فعالیت آنزیم سوپراکسیددسموتاز افزایش پیدا کرد (۱۶). گانس و همکاران (۱۵) در آزمایشی بر روی ذرت دریافتند که افزایش شوری باعث افزایش رادیکال‌های آزاد از جمله  $H_2O_2$  می‌شود، اما کاربرد سالیسیلیک اسید باعث کاهش این رادیکال‌های آزاد گردید. این محققین بیان داشتند که کاربرد ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید، سبب کاهش سدیم، کلر و  $H_2O_2$  موجود در برگ گردید و سبب افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله SOD گردید. با افزایش شوری، ROS‌های تولید شده در سلول افزایش و در نتیجه سیستم آنتی‌اکسیدانی گیاه فعال می‌شود.

#### جدول ۱۰- مقایسه میانگین بر هم کنش شوری، منگنز و سالیسیلیک اسید بر فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز

(mmol g<sup>-1</sup> fw) دانه‌های پسته رقم بادامی ریز زرد.

سالیسیلیک اسید (میلی‌مولار)			منگنز (میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک)	شوری (میلی‌گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک)
۱	۰/۵	۰		
فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز (mmol g <sup>-1</sup> fw)				
۲/۵۳k	۲/۳۱kl	۱/۰۸mn	۰	۰
۳/۸۰fg	۳/۲۸ih	۲/۰۱l	۱۰	۰
۴/۷۷b	۴/۰۹d-f	۲/۸۹j	۲۰	۰
۳/۱۱ij	۱/۴۱m	۰/۹۸n	۰	۱۲۰۰
۳/۹۱e-g	۲/۹۲j	۱/۰۸mn	۱۰	۱۲۰۰
۴/۳۳cd	۴/۰۹d-f	۲/۲۶kl	۲۰	۱۲۰۰
۳/۶۴g	۳/۶۱gh	۲/۴۸k	۰	۲۴۰۰
۴/۲۹cd	۴/۱۹de	۳/۸۵e-g	۱۰	۲۴۰۰
۵/۴۴a	۴/۵۷bc	۴/۰۶d-f	۲۰	۲۴۰۰

میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

## نسبت کلروفیل فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm)

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۱۱)، در شرایط غیرشور، کاربرد منگنز تأثیر معنی‌داری بر شاخص کلروفیل فلورسانس داشت و این شاخص را به بالاترین سطح خود رساند، هم‌چنین در شرایط شور (۱۲۰۰ و ۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک)، با کاربرد ۲۰ میلی‌گرم منگنز بر کیلوگرم خاک، این شاخص به ترتیب ۱۴ و ۱۳ درصد نسبت به شاهد (در همان سطح شوری) افزایش حاصل نمود.

براساس نتایج به‌دست آمده از جدول تجزیه واریانس، برهم‌کنش تیمارهای سالیسیلیک اسید و شوری نیز بر شاخص کلروفیل فلورسانس معنی‌دار گردید. با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها مشاهده شد (جدول ۱۲) که در شرایط غیرشور، با کاربرد ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید، شاخص Fv/Fm به بالاترین حد خود رسید و نسبت به شاهد حدود ۱۱ درصد افزایش یافت، در حالی که در شرایط شور (۲۴۰۰ میلی‌گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک)، با کاربرد ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید این شاخص به ترتیب ۳۱ و ۲۴ درصد نسبت به شاهد (در همان سطح شوری) افزایش پیدا کرد.

جدول ۱۱- نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش شوری و منگنز بر شاخص کلروفیل فلورسانس (Fv/Fm) دانه‌های پسته رقم بادامی ریز زرنده.

منگنز (میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک)			شوری (میلی‌گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک)
۲۰	۱۰	۰	
۰/۷۷a	۰/۷۶a	۰/۷۴b	۰
۰/۷۲c	۰/۷۰d	۰/۶۳e	۱۲۰۰
۰/۶۰f	۰/۵۸g	۰/۵۳h	۲۴۰۰

میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۱۲- نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش سالیسیلیک اسید و شوری بر شاخص کلروفیل فلورسانس (Fv/Fm) دانه‌های پسته رقم بادامی ریز زرنده.

سالیسیلیک اسید (میلی‌مولار)			شوری (میلی‌گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک)
۱	۰/۵	۰	
۰/۷۳a	۰/۷۰c	۰/۶۶e	۰
۰/۷۲b	۰/۶۸d	۰/۶۴f	۱۲۰۰
۰/۶۸d	۰/۷۲b	۰/۵۵g	۲۴۰۰

میانگین‌های حداقل با یک حرف مشترک براساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

در پژوهش حاضر تنش شوری باعث کاهش کلروفیل فلورسانس گردید، اما کاربرد منگنز، سالیسیلیک اسید و هم‌چنین مصرف توأم آن‌ها اثرات تنش را کاهش و باعث افزایش کلروفیل فلورسانس شد. در تحقیقاتی که بر روی بادام صورت گرفت، مشخص گردید که در اثر شوری، کلروفیل فلورسانس کاهش یافت که دلیل آن را تخریب کلروپلاست به خصوص غشای تیلاکوئید در اثر شوری عنوان کردند (۲۲). افروشه و همکاران (۶) در تحقیقاتی که بر روی پسته انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که با کاربرد منگنز، میزان کلروفیل فلورسانس افزایش یافت. کاهش کلروفیل فلورسانس با افزایش شوری با نتایج بن‌حسبی و همکاران (۱۲) روی پسته و انجم (۱۰) روی مرکبات مطابقت دارد. این پژوهشگران عنوان نموده‌اند که تحت تیمار شوری، کلروفیل فلورسانس کاهش می‌یابد. اسداللهی و همکاران (۱) در آزمایشی، نسبت کلروفیل فلورسانس متغیر به حداکثر را در پسته اندازه‌گرفته و نشان دادند که تیمار شوری در هر سه زمان مورد اندازه‌گیری، این پارامتر را تحت تأثیر قرار داد. در زمان اول با افزایش شوری به ۱۵۰، ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولار کلرید سدیم کاهش معنی‌داری یافت، لیکن در زمان دوم نمونه‌برداری (دو هفته بعد از اعمال شوری) مصرف ۱۵۰ میلی‌مولار کلرید سدیم تأثیر معنی‌داری بر نسبت  $F_v/F_m$  نگذاشت و هنگامی که شوری به ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌مولار رسید، این پارامتر با کاهش معنی‌داری روبرو گشت. در اندازه‌گیری سوم، نیز که در پایان دوره رشد انجام شد نیز نسبت  $F_v/F_m$  با کاهش بیشتری مواجه گردید.

### نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش شوری باعث کاهش پارامترهای رویشی و فیزیولوژیکی شد. اما کاربرد به‌تنهایی و توأم منگنز و سالیسیلیک اسید، باعث بهبود این پارامترها گردید. سوپراکسیددسموتاز هم که یک آنزیمی کلیدی در سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانت گیاه به‌شمار می‌رود، با کاربرد منگنز و سالیسیلیک اسید افزایش یافت. در نهایت به نظر می‌رسد که کاربرد توأم منگنز و سالیسیلیک اسید، مقاومت دانه‌های پسته رقم بادامی ریززند را افزایش داد.

### منابع

- ۱- اسداللهی، ز. و مظفری، و. ۱۳۹۱. تأثیر شوری و منگنز بر رشد و ترکیب شیمیایی دانه‌های پسته (*Pistachio vera L.*) در محیط کشت پرلیت. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. جلد ۳ (شماره ۱۲): ۲۷-۱۳.

۲- اسکندری، س.، مظفری، و. و تاج‌آبادی‌پور، ا. ۱۳۹۱. اثر شوری و مس بر برخی خصوصیات رشد و ترکیب شیمیایی دو رقم پسته. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. جلد ۱۶ (شماره ۶۰): صفحات ۲۱۴-۱۹۹.

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

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

- 5- Adish, M., Fekri, M. and Hokmabadi, H., 2010. Response of Badami-Zarand Pistachio Rootstock to Salinity Stress. *International Journal of Nuts and Related Sciences*, 1: 1-11.
- 6- Afrousheh, M., Ardalan, M. and Hokmabadi, H., 2010. Nutrient deficiency disorders in *Pistacia vera* seedling rootstock in relation to eco-physiological, biochemical characteristics and uptake pattern of nutrients. *Scientia horticulturae*, 124(2):141-148.
- 7- Al-Hakimi, A. and Hamada, A. 2001. Counteraction of salinity stress on wheat plants by grain soaking in ascorbic acid, thiamin or sodium salicylate. *Biologia Plantarum*, 44: 253-261.
- 8- Ali, Y., Aslam, Z., Ashraf, M.Y. and Tahir, G. R. 2004. Effect of salinity on chlorophyll concentration, leaf area, yield and yield componets of rice genotypes grown under saline environment. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 1(3): 221-225.
- 9- Amin, A., El-Sh, A., Rashad, M. and El-Abagy, H.M.H. 2007. Physiological effect of indole-3-butric acid and salicylic acid on growth, yield and chemical constituents of onion plants. *Journal of Applied Science Research*, 3(11): 1554- 1563.
- 10- Anjum, M.A., 2008. Effect of NaCl concentrations in irrigation water on growth and polyamine metabolism in two citrus rootstocks with different levels of salinity tolerance. *Acta Physiologiae Plantarum*, 30(1): 43-52.
- 11- Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. polyphenoloxidase in *Beta Vulgaris*. *Plant Physiology*, 24: 1-15.
- 12- Benhassani, H., Fetati, A., Hocine, A.K. and Belkhoda, M. 2011. Effect of salt stress on growth and accumulation of proline and soluble sugar on plantlets of *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* used as rootstocks. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 16: 165-159.
- 13- Cakmak, I. and Marschner, H., 1988. Enhanced superoxide radical production in roots of zinc-deficient plants. *Journal of Experimental Botany*, 39(10): 1449-1460.
- 14- El-Tayeb, M. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant growth regulation*, 45: 215-224.

- 15- Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Bagci, E. G. and Cicek, N. 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. *Journal of plant physiology*, 164: 728-736.
- 16- Harinasut, P., Poonsopa, D., Roengmongkol, K. and Charoensataporn, R. 2003. Salinity effects on antioxidant enzymes in mulberry cultivar. *Science Asia*, 29: 109-113.
- 17- Jin, J., Shan, N., Ma, N., Bai, J. and Gao, J. 2006. Regulation of ascorbate peroxidase at the transcript level is involved in tolerance to postharvest water deficit stress in the cut rose (*Rosa hybrida* L.) cv. Samantha. *Postharvest biology and technology*, 40(3): 236-243.
- 18- Karimi, S., Rahemi, M., Maftoun, M., and Tavallali, V. 2009. Effect long-term salinity on growth and performance of two pistachio (*pistacia vera* L.) Rootstocks. *Journal of Basic and Applied Sciences*, 3:1630-1639.
- 19- Kaydan, D., M. Yagmur and N. Okt. 2007. Effects of salicylic acid on the growth and some physiological characters in salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of plant physiology*, 13:114-119.
- 20- Khodary, S. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. *International Journal of Agriculture and Biology*, 6: 5-8.
- 21- Lidon, F.C., Barreiro, M.G. and Ramalho, J.C., 2004. Manganese accumulation in rice: implications for photosynthetic functioning. *Journal of plant physiology*, 161(11): 1235-1244.
- 22- Najafian, S.H., Rahemi, M. and Tavallali, V., 2008. Effect of salinity on tolerance of two bitter almond rootstocks. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 3(2): 264-268.
- 23- Sepaskhah, A.R. and Maftoun, M., 1981. Growth and Chemical Composition of Pistachio Cultivars as Influenced by Irrigation Regimes and Salinity Levels of Irrigation Water. 1. Growth. *Journal of Horticultural Science*, 56(4):277-284.
- 24- Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fatkhutdinova, R.A. and Fatkhutdinova, D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science*, 164: 317-322.
- 25- Shenker, M., Plessner, O.E. and Tel-Or, E., 2004. Manganese nutrition effects on tomato growth, chlorophyll concentration, and superoxide dismutase activity. *Journal of plant physiology*, 161(2) 197-202.
- 26- Shibli, R.A., Ashatawi, M. and Mohammad, M. 2007. Influence of Zn and Mn level on growth and micronutrient acquisition of apple micro culture. *American- Eurasian. Journal Agriculture Environmental Science*, 2: 147-152.
- 27- Tavallali, V., Rahemi, M., Eshghi, S., Kholdebarin, B. and Ramezani, A., 2010. Zinc alleviates salt stress and increases antioxidant enzyme activity in the leaves of pistachio (*Pistacia vera* L. 'Badami') seedlings. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 34(4): 349-359.



- 28- Turkyılmaz, B., Aktas, L.Y. and Guven, A., 2005. Salicylic acid induced some biochemical and physiological changes in *Phaseolus vulgaris* L. Science and Engineering Journal of Firat University, 17: 319-326.
- 29- Wang, Y.t., Wang, K. and Shao, X.q. 2010. Manganese delays the senescence induced by drought in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). African Journal of Agricultural Research, 5: 3035-3040.
- 30- Yu, Q., Osborne, L.D. and Rengel, Z. 1989. Micronutrient deficiency influences plant growth and activities of superoxide dismutase and ascorbate peroxidase in tobacco plants. Journal Plant Nutrient. 21: 1427-1437.
- 31- Zhang, S. and Klessig, D.F. 1997. Salicylic acid activates a 48-kD MAP kinase in tobacco. Plant and Cell Physiology, 9: 809-824.