مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۲ شماره ۴ صفحه‌های ۷۰۵ تا ۷۱۶ (۱۴۰۱)
مقاله پژوهشی

اثر سولفات‌روی و تنش کلرید سدیم بردو پایه قزوینی و بادامی زرند پسته در شرایط گلخانه‌ای[1]

Effect of Zinc Sulfate and Sodium Chloride Stress on Two Rootstock of Qazvini Pistachio and Badami Zarand in Greenhouse Conditions

حسین شریف زادگان*، منصور غلامی و محمد رضا نائینی[2]

چکیده

به‌منظور بررسی ویژگی‌های دو پایه‌ی پسته بادامی‌زرند و قزوینی تحت تیمار سولفات‌روی و تنش کلریدسدیم آزمایشی به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه‌ی شهرداری قم در سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. تعداد ۱۵۱۲ عدد بذر دو پایه از پژوهشکده پسته کشور تهیه شد. سیستم ریشه‌ی دانهال‌ها با محلول نیم‌غلظت هوگلند تغذیه شدند، دانهال‌ها در معرض چهار سطح شوری کلرید سدیم صفر (شاهد)، پنج، ده و ۱۵ دسی زیمنس بر متر و سه سطح روی از منبع سولفات‌روی آبدار ($ZnSO_4.7H_2O$) شامل صفر(شاهد)، یک و پنج میکرومولار قرار گرفتند. نتایج نشان داد تیمار شوری ۱۵ دسی زیمنس بر متر سبب کاهش ارتفاع دانهال، وزن تر برگ، کسر مولی کلسیم و گروه‌های سولفوهیدریل ریشه گردید. با افزایش سطح تنش کلرید سدیم، نسبت پتاسیم به سدیم کاهش، ولی نشت یونی روی و فعالیت کاتالاز و آسکوربات‌پراکسیداز افزایش یافت. تیمار ۵ میکرومولار روی سبب افزایش وزن تر برگ، ارتفاع دانهال، کسر مولی کلسیم در برگ، غلظت گروه‌های سولفوهیدریل در ریشه و کاهش نشت یونی روی گردید. نتایج نشان داد ریشه پایه‌ی قزوینی در مقایسه با بادامی زرند گروه‌های سولفوهیدریل و نسبت پتاسیم به سدیم بیشتر و نشت یونی روی کمتری دارد، بنابراین پایه‌ی قزوینی در مقایسه با پایه‌ی بادامی‌زرند در برابر تنش کلریدسدیم متحمل‌تر است.

واژه‌های کلیدی: دانهال، نشت یونی، گروه‌های سولفوهیدریل.

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) از عمده‌ترین محصولات صادرات غیرنفتی ایران می‌باشد که به دلیل ویژگی‌های بالقوه‌ای که از نظر سازگاری با شرایط نامساعد محیطی از جمله شوری آب و خاک و مقاومت نسبی به خشکی، به عنوان یک محصول مناسب جهت مناطق کویری و خشک ایران توصیه می‌شود. سطح زیر کشت پسته‌ی کشور در سال ۱۳۹۶ بالغ بر ۴۷۹ هزار هکتار با عملکرد ۸۴۳ کیلوگرم پسته خشک در هکتار می‌باشد (۱۸).

از مهمترین پایه‌های معمول پسته در کشور، پایه‌های بادامی زرند و قزوینی است که هرکدام دارای ویژگی‌های منحصر به فرد خود می‌باشد. نتایج مطالعات مرکز ملی تحقیقات شوری یزد در خصوص تنش شوری کلرید سدیم بر ۵ رقم پسته (ارقام محلی غالب استان یزد شامل حاج‌عبداللهی، آقاعلی، جلیل‌آقایی، پرندی و لرگی) نشان داد رقم پرندی به علت تولید وزن تر و خشک بالاتر نسبت به سایر ارقام و هم‌چنین به لحاظ دارا بودن نسبت پتاسیم به سدیم بالا و حفظ این نسبت در سطوح

۱- تاریخ دریافت: ۹۷/۶/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۹/۶/۳۰

۲- به‌ترتیب دانشجوی پیشین دکتری، استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان و استادیار، عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قم، قم ، ایران.
*نویسنده مسئول، پست الکترونیک (sharifzadegan82@gmail.com).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.1.1]

مختلف شوری آب به شرایط تنش شوری متحمل‌تر است (۴). در پژوهشی دیگر تاثیر شوری و سطوح مختلف منگنز بر رشد و ترکیب شیمیایی دانهال‌های پسته، رقم قزوینی در گلخانه انجام شد و نتایج نشان داد تنش شوری رشد رویشی را کاهش داده و از آنجا که منگنز تاثیر مثبتی بر برخی ویژگی‌های رشد دارد، منگنز تحمل پسته به محیط‌هایی با تنش شوری ناشی از کلرید سدیم را افزایش می‌دهد (۳). هم‌چنین در بررسی اثر تغذیه ریشه با روی بر ویژگی‌های رشدی، بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی دو رقم زیتون در تنش شوری، مشخص شده است که روی نقش مهمی در کاهش اثرات تنش شوری در درختان زیتون دارد (۱۵). با توجه به ارزش حفظ سطوح پسته‌کاری کشور، هدف اصلی مطالعه حاضر بررسی اثر تغذیه‌ی ریشه با سولفات روی بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی دو پایه‌ی قزوینی و بادامی زرند تحت تنش شوری ناشی از کلرید سدیم و با هدف کاهش اثرات زیان‌بار فزونی نمک در خاک بوده و طی این بررسی مقاومت دو پایه‌ی پسته مذکور نسبت به تنش کلرید سدیم و هم‌چنین واکنش به عنصر روی نیز سنجیده و مقایسه شده و در نهایت پایه‌ی متحمل‌تر به این تنش به عنوان پایه برتر معرفی می‌گردد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی اثر روی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پایه‌های پسته در شرایط تنش کلریدسدیم، در طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۶در گلخانه تحقیقاتی سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری قم پژوهش مذکور انجام شد، در مجموع میزان ۱۵ کیلوگرم از دو نوع بذر بادامی زرند و قزوینی از پژوهشکده پسته رفسنجان تهیه گردید و با توجه به تعداد واحدهای آزمایشی مجموعاً میزان ۱۵۱۲ عدد بذر از دو پایه مورد تیمار جوانه زنی قرار گرفت. جهت جلوگیری از شیوع بیماری‌های قارچی از قارچ‌کش کاپتان ۵۰ درصد پودر قابل حل در آب به میزان سه در هزار استفاده گردید. بذرها به مدت شش ساعت در آب حاوی قارچ‌کش قرار گرفتند و بعد از تعویض آب و شستشو، بذرها دوباره در آب فاقد قارچ‌کش به میزان ۱۸ ساعت قرار گرفتند. سپس بذرهای پسته جهت جوانه‌زنی به مدت نه روز در سینی‌های یکبار مصرف میان پارچه‌های مرطوب متقال در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند (۱۱). خروج اولین ریشه‌چه‌ها از بذر پسته در روز چهارم مشاهده گردید استقرار بذرها در سینی‌های کشت به این صورت بود که پس از قراردادن قطعه‌ای از پارچه متقال در کف سینی‌ها، بذر در حال جوانه زنی روی آن قرار گرفت، سپس با قطعه‌ای از پارچه متقال مرطوب، روی بذرها به طور کامل پوشانده شد، رطوبت بستر با فرایند مه‌پاشی مستمر با فاصله سه ساعت یکبار تامین شد ولی اجازه تجمع آب در سینی‌های کشت داده نشد پس از ادامه جوانه‌زنی در روز نهم و رسیدن اندازه اکثر ریشه‌چه‌ها به میزان دو سانتی‌متر، بذرهای جوانه زده با احتیاط لازم به بستر کشت (گلدان‌های پلاستیکی پنج لیتری) محتوی خاک لومی شنی (۴۰ درصد خاک زراعی، ۴۰ درصد ماسه، ۲۰ درصد کود دامی پوسیده) در داخل گلخانه انتقال داده شدند. به گونه ای که در هر گلدان ۲ عدد بذر جوانه زده قرار داده شد. پس از گذشت چهار هفته از کاشت در گلدان‌های پلاستیکی و رسیدن به مرحله پنج الی شش برگی، دانهال‌های پسته به بستر ماسه و پرلیت با نسبت حجمی ۱:۱ منتقل شدند و تیمار غذایی با محلول ۵۰ درصد هوگلند صورت گرفت. میانگین دمای روز ۲۵ و دمای شب ۱۶ درجه سلسیوس و میزان رطوبت ۷۰٪ تنظیم شد. پس از گذشت چهار ماه زمانی که دانهال‌ها به مرحله ۱۲ تا ۱۴ برگی رسیدند تیمارهای سولفات‌روی و کلریدسدیم اعمال گردید (۱۴). این آزمایش به صورت فاکتوریل (دارای سه فاکتور) در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول پایه پسته در دو سطح (ارقام بادامی‌زرند و قزوینی)، فاکتور دوم غلظت روی از منبع سولفات‌روی آبدار ($ZnSO_4.7H_2O$) در سه سطح (صفر(شاهد)، یک و پنج میکرومولار) و فاکتور سوم غلظت کلرید سدیم به عنوان منبع شوری متناسب با میزان شوری موجود در مناطق پسته‌کاری کشور در چهار سطح (صفر(شاهد)،پنج، ده و۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) بود. لازم به ذکر است تیمارهای شوری در محلول غذایی هوگلند طبق جدول ۱ اعمال شد. روش اعمال غلظت های سولفات روی در تیمار شاهد دقیقاً معادل فرمول محلول نیم‌غلظت هوگلند بود و تیمارهای دیگر سولفات روی در سطوح ۱ و ۵ میکرومولار اعمال گردیدند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.1.1]

جدول ۱- نوع عنصرها و غلظت آنها در محلول غذایی هوگلند جهت تغذیه دانهال‌های پسته.

Table 1. Type of elements and their concentration in Hoagland nutrient solution for feeding pistachio seedling.

ترکیب Type of fertilizer	غلظت محلول ذخیره Concentration of storage solution (g / liter)	غلظت نهایی Ultimate concentration (ml of storage solution per liter
نیترات پتاسیم (Potassium nitrate)	101.1	6
نیترات کلسیم (Calcium nitrate)	236.16	4
مونو آمونیوم فسفات (Mono ammonium phosphate)	115.08	2
سولفات منیزیم (Magnesium Sulphate)	246.49	1
کلرید پتاسیم (Potassium chloride)	3.728	1
اسید بوریک (Boric acid)	1.546	1
سولفات منگنز (Manganese sulfate)	.845	1
سولفات روی (Zinc sulfate)	0.575	1
سولفات مس (Copper sulfate)	0.125	1
مولیبدات (۸۵٪ مولیبدیت) (Molybdenum)	0.034	1
سکوسترین آهن (Iron sequestrene)	18.62	1

اندازه گیری ارتفاع دانهال‌ها و وزن تر برگ

در اندازه‌گیری ویژگی‌های رشدی تمامی دانهال‌ها دارای ارتفاع یکسان و قطر یکسان بودند. و در شروع اعمال تیمارها ارتفاع هر دانهال اندازه‌گیری شد و در پایان آزمایش طول شاخه اصلی اندازه‌گیری و از ارتفاع اولیه هر دانهال کسر شد و حاصل آن به عنوان افزایش ارتفاع دانهال در نظر گرفته شد، جهت اندازه‌گیری وزن تر برگ، ۶ برگ بالغ از هر دانهال به طور جداگانه برداشت شده و سپس با ترازوی دیجیتالی مدل EK 3000I با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید (۱۲).

اندازه گیری کسر مولی کلسیم برگ

کسر مولی کلسیم برگ از تقسیم غلظت کلسیم ریشه بر مجموع غلظت کلسیم، منیزیم، پتاسیم و سدیم ریشه به‌دست آمد. (۱۲).

اندازه گیری گروه‌های سولفوهیدریل

برای اندازه گیری غلظت گروه‌های سولفوهیدریل با استفاده از معرف المان (دی تیو بیس نیتروبنزوئیک اسید) ریشه‌های تازه در اتیلن دی آمین دی تتراسیتیک اسید ۰/۰۲ مولار پودر شده و مقدار نیم میلی‌لیتر از محلول ذکر شده با ۱/۵ میلی‌لیتر بافر تریس ۰/۲ مولار (pH= ۸/۲) و ۰/۱ میلی‌لیتر دی تیوبیس نیتروبنزوئیک اسید ۰/۰۱ مولار مخلوط گردید. با افزودن ۷/۹ میلی‌لیتر متانول خالص، حجم مخلوط به ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد و بعد از ۱۵ دقیقه مقدار جذب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۱۲ نانومتر قرائت گردید. غلظت گروه‌های سولفوهیدریل با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (۱۷).

$$SH = 5/02 \times abs \times 53/73/X$$

Ab = جذب نوری

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.1.1]

اندازه گیری نسبت پتاسیم به سدیم

برای اندازه گیری نسبت پتاسیم به سدیم از دستگاه شعله سنج عقربه‌ای (مدل G405) استفاده گردید. نمودار معادله استاندارد در محدود ۵۰ تا ۱۰۰ میلی لیتر ماده استاندارد رسم شد و براساس معادله حاصل نسبت پتاسیم به سدیم به‌دست آمد (۱۲).

اندازه‌گیری نشت یونی روی

حدود دو ماه پس از تغذیه دانهال‌ها با محلول غذایی ۵۰ درصد هوگلند، یک دانهال از هر تکرار جدا شده و ریشه‌های آن به مدت ۱۵ دقیقه در محلول (سولفات کلسیم نیم میلی‌مولار به همراه اسید بوریک ۰/۰۱ میلی‌مولار) قرار داده شد تا محلول غذایی چسبیده به ریشه گیاه از آن جدا شود. سپس ریشه‌ها به خوبی با آب مقطر شسته و به مدت ۴ ساعت در ظروف ۴۰۰ میلی لیتری حاوی محلول نشت یونی (سولفات کلسیم نیم میلی‌مولار به همراه اسید بوریک۰/۰۱ میلی‌مولار) قرار داده شد. غلظت عنصر روی محلول نشت شده از ریشه گیاه با استفاده از دستگاه جذب اتمی (واریان، اسپکترا۲۲۰) اندازه‌گیری شد (۱۲).

اندازه گیری فعالیت آنزیم کاتالاز

ابتدا نیم گرم از نمونه برگ تازه که با آب مقطر شسته و خشک شده است با پنج میلی‌لیتر از محلول استخراج، حاوی ۰/۱ مول فسفات پتاسیم بافر و نیم‌میلی مول اتیلن‌دی‌آمین‌تترااسیتیک‌اسید، به وسیله هاون سائیده شد، سپس این محلول داخل تیوپ‌های ۱/۵ میلی‌لیتری ریخته شد و به مدت ۱۵ دقیقه بوسیله سانترفیوژ یخچال‌دار با سرعت ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه و دمای ۴ درجه سلسیوس جداسازی گردید. مایع شفاف داخل تیوب که حاوی عصاره آنزیمی مورد نظر بود، جهت تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها مورد استفاده قرار گرفت. حجم مخلوط برای اندازه‌گیری فعالیت کاتالاز سه میلی‌لیتر شامل بافر فسفات‌سدیم ۵۰ میلی‌مولار و پراکسیدهیدروژن ۱۰ میلی‌مولار بود. واکنش با اضافه کردن ۱۰۰ میکرولیتر محلول آنزیمی استخراج شده شروع شد و فعالیت آنزیم با ناپدید شدن پراکسیدهیدروژن در ۷۰ ثانیه در طول موج ۲۴۰ نانومتر توسط دستگاه طیف سنج شیمادزواوال۶۰ اندازه‌گیری شد. ضریب خاموشی به کار رفته در این آزمایش (۳۹/۴ میلی مول بر سانتیمتر) بود. در نهایت فعالیت آنزیم کاتالاز بر حسب میلی‌مولار آب اکسیژنه تجزیه شده در گرم وزن مرطوب در دقیقه بیان گردید (۸).

اندازه گیری فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز

کل مخلوط به کار رفته برای اندازه گیری فعالیت آسکوربات‌پراکسیداز، سه میلی لیتر شامل بافر فسفات سدیم ۵۰ میلی‌مولار پراکسید هیدروژن ۰/۱ میلی مولار، آسکوربات نیم میلی‌مولار و ۰/۱ میلی‌مولار اتیلن دی‌آمین ترا اسیتیک اسید بود. واکنش با اضافه کردن ۱۰۰ میکرولیتر محلول استخراج شده شروع شد و کاهش جذب نور در طول موج ۲۹۰ نانومتر و در زمان صفر، ۳۰ و ۷۰ ثانیه با دستگاه طیف سنج شیمادزواوال۶۰ اندازه‌گیری گردید (۱۶).

تجزیه و تحلیل داده ها

در نهایت تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزارSAS انجام گرفت و مقایسه میانگین صفات مورد بررسی با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد و برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع دانهال

نتایج نشان داد که اثرات ساده پایه، روی، تنش کلرید سدیم و همچنین برهمکنشپایه در تنش کلریدسدیم بر ارتفاع دانهال در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. هم‌چنین برهمکنش روی در تنش کلرید سدیم در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد با افزایش شوری متناسب با غلظت کلرید سدیم، ارتفاع دانهال پسته کاهش می‌یابد به طوری که شدت تاثیر سطح شوری بر ارتفاع دانهال دو پایه‌ی مورد مطالعه متفاوت بود. در پایه‌ی قزوینی افزایش شوری تا سطح هدایت الکتریکی ۵ دسی‌زیمنس بر متر تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع دانهال نداشت در حالی که کاهش معنی‌دار ارتفاع دانهال پایه‌ی بادامی‌زرند در تیمار ۵ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد مشاهده گردید. تنش اسمزی حاصل شده در مرحله اول تنش کلرید سدیم موجب کاهش محتوای آب یاخته‌ها می‌شود و طویل شدن آنها را با مشکل روبرو می‌کند و

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.1.1]

حتی پس از ایجاد تعادل اسمزی و تامین فشار اسمزی مجدد یاخته‌ها، گسترش و طویل شدن آنها به کندی صورت می‌گیرد به همین جهت در اثر تنش مذکور کاهش ارتفاع رخ می‌دهد، کاهش ارتفاع گیاه در اثر تنش کلرید سدیم به کم شدن ظرفیت فتوسنتزی گیاه نسبت داده شده است. در این شرایط گیاهان برای حفظ آماس یاخته‌ای و تنظیم اسمزی برخی ماده‌های آلی مانند پرولین و مانیتول می‌سازند و به خاطر صرف انرژی زیاد برای تنظیم اسمزی رشد اندام هوایی کاهش می‌یابد (۶و۷). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با کاربرد ۱ میکرومولار روی، در کلیه سطوح شوری، ارتفاع دانهال افزایش یافت اما افزایش سطح روی تا ۵ میکرومولار تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع دانهال نداشت. در هر دو پایه قزوینی و بادامی زرند در تمام سطوح روی، با افزایش تنش ارتفاع دانهال کاهش یافت (جدول ۳ و ۴). اختلاف این تاثیر پذیری از روی می‌تواند به جنبه‌های اختلاف ژنتیکی دو پایه مربوط باشد به طوری که پایه‌ی قزوینی توانایی جذب روی و بکارگیری آن در آنزیم‌های مهار کننده رادیکال های آزاد تولید شده در شرایط تنش شوری را دارا بوده در حالیکه پایه‌ی بادامی زرند به میزان کمتری از این توانایی برخوردار بوده است. اثر روی بر تولید هورمون اکسین به اثبات رسیده است. هورمون اکسین باعث افزایش رشد رویشی در گیاه می‌گردد بنابراین روی با تولید هورمون اکسین باعث افزایش رشد رویشی می‌گردد. از طرفی کمبود روی سبب اختلال در فرایندهای یاخته‌ای و در نتیجه، کاهش شدید رشد و نمو گیاه می‌شود (۱۳).

وزن تر برگ

نتایج نشان داد که اثر پایه، روی، تنش کلرید سدیم و برهمکنش پایه در تنش کلرید سدیم بر وزن تر برگ معنی‌دار شد. با افزایش غلظت کلرید سدیم، وزن تر برگ پسته کاهش یافت اگر چه شدت تاثیر سطح تنش بر وزن تر برگ دو پایه مورد مطالعه متفاوت بود. در پایه‌ی قزوینی افزایش کلرید سدیم تا سطح هدایت الکتریکی ۵ دسی‌زیمنس بر متر تاثیر معنی‌داری بر وزن تر برگ نداشت در حالی که کاهش معنی‌دار وزن تر برگ پایه‌ی بادامی زرند در تیمار ۵ دسی‌زیمنس بر متر در مقایسه با شاهد مشاهده گردید. با افزایش سطح روی از صفر (شاهد) به ۱ و ۵ میکرومولار، وزن تر برگ به طور معنی‌داری در هر دو پایه مورد بررسی افزایش یافت (جدول ۳ و ۴). کاهش قابل ملاحظه وزن‌تر پسته در شرایط تنش شوری گزارش شده است (۱۴).

کسر مولی کلسیم برگ

نتایج نشان داد در کسرمولی‌کلسیم برگ، برهمکنش بین تنش کلرید سدیم، پایه و روی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج برهمکنش پایه و تنش شوری نشان داد که با افزایش سطح شوری، کسر مولی کلسیم در برگ در هر دو پایه کاهش معنی‌داری یافت. به علاوه پایه‌ی قزوینی در تمام سطوح شوری دارای کسر مولی کلسیم بالاتری در مقایسه با پایه‌ی بادامی‌زرند بود. استفاده از سولفات روی با غلظت های ۱ و ۵ میکرومولار سبب افزایش کسرمولی‌کلسیم برگ در پایه‌ی بادامی‌زرند در سطح تنش ۱۵ دسی‌زیمنس برمتر شد (جدول ۴). در پایه‌ی قزوینی، تیمار سولفات‌روی ۱ و ۵ میکرومولار در سطح تنش کلرید سدیم ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر سبب افزایش کسرمولی‌کلسیم برگ گردید (جدول ۳). در شرایط شور علیرغم وجود کلسیم در محیط، جذب این عنصر مختل می‌شود. یکی از دلایل مهم در این خصوص کاهش کسرمولی کلسیم (نسبت کلسیم به مجموع کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم) در این شرایط ذکر شده است. بررسی نشت یونی از ریشه و میزان گروه‌های سولفوهیدریل ریشه در پایه‌ی قزوینی و بادامی‌زرند نیز این موضوع را تائید نمود. کلسیم نقش بسزایی در تکامل غشاء یاخته‌ی ریشه به عهده دارد و کمبود آن می‌تواند موجب بر هم خوردن وظایف غشاء و نفوذپذیری آن شده و به تبع آن جذب یون‌های سمی سدیم و یا کلر افزایش یافته و در آخر موجب کاهش عملکرد گیاه می‌شود (۱، ۸). روی با حفظ سلامت غشاء یاخته‌ی باعث کاهش جایگزینی سدیم به جای کلسیم می شود و باعث ارتقاء کسرمولی‌کلسیم برگ می‌شود (۲). بعلت کاهش معنی‌دار کسر مولی کلسیم در این شرایط، رشد و جذب سایر عنصرهای مختل می‌گردد، بررسی نشت یونی از ریشه و میزان گروه‌های سولفوهیدریل در ریشه دو پایه‌ی قزوینی و بادامی زرند نیز این موضوع را تایید نمود. جانشین شدن سدیم بجای کلسیم در دیواره‌های یاخته‌های ریشه در شرایط شور در پایه‌ی بادامی زرند بیشتر از پایه‌ی قزوینی بود و این موضوع سبب افزایش نشت یونی از یاخته‌های ریشه و نیز جذب مقادیر بالاتر سدیم نسبت به پتاسیم، کلسیم و منیزیم شد و لذا نسبت کلسیم به مجموع کاتیون‌ها کاهش معنی‌داری یافت. کلسیم نقش بسزایی در تکامل غشاء یاخته‌ای ریشه به عهده دارد و کمبود آن می‌تواند موجب برهم خوردن وظایف غشاء و نفوذپذیری آن شده و به تبع آن جذب یون‌های سمی سدیم و یا کلر افزایش یابد و در آخر موجب کاهش عملکرد گیاه شود.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.1.1]

گروه های سولفوهیدریل ریشه

نتایج نشان داد اثر پایه، تنش کلرید سدیم و برهمکنش پایه و تنش کلرید سدیم بر گروه‌های سولفوهیدریل ریشه معنی‌دار شد. نتایج برهمکنش پایه در تنش کلرید سدیم بر گروه‌های سولفوهیدریل ریشه نشان داد که با افزایش سطوح کلرید سدیم غلظت گروه‌های سولفوهیدریل ریشه در هر دو پایه کاهش معنی‌داری یافت. در عین حال غلظت گروه‌های سولفوهیدریل ریشه در پایه‌ی قزوینی بیشتر از بادامی زرند بود که نشان می‌دهد پایه‌ی قزوینی کمتر توسط تنش مذکور تحت تاثیر قرار گرفته است. این نتایج با تاثیر تنش اکسیداتیو کلرید سدیم بر شاخص‌های رشد گیاه همخوانی دارد (۱۵) و نشان می‌دهد یکی از دلایل تحمل بیشتر در برابر شوری به بالاتر بودن غلظت این گروه‌ها در ریشه مرتبط باشد. در این میان، غلظت بالاتر گروه‌های سولفوهیدریل به علت فعالیت بیشتر آنزیم سوپراکسید دسیموتاز و کاتالاز در ریشه پایه‌های مقاوم‌تر نسبت به پایه‌های حساس‌تر به شوری، بالاتر بوده است. گروه‌های سولفوهیدریل یکی از اجزاء مهم در توانایی آنتی‌اکسیدانی یاخته‌های گیاه هستند. غالب گروه‌های سولفوهیدریل غیرپروتئینی در گیاهان یک آنتی‌اکسیدان مهم در یاخته‌های گیاه می‌باشد باعث سمیت‌زدایی گونه‌های اکسیژن واکنشگر می‌گردد (۱۵).

در مطالعه حاضر با افزایش سطوح تنش میزان گروه‌های سولفوهیدریل ریشه در هر دو پایه، کاهش معنی‌داری یافت بر اساس گزارشات افزایش شوری باعث کاهش جذب روی شده و کمبود روی باعث کاهش گروه‌های سولفوهیدریل در ریشه گردیده است. نتایج اثر سطوح مختلف روی ، نشان داد که با افزایش سطوح روی، غلظت گروه‌های سولفوهیدریل ریشه افزایش یافته، هرچندکه از نظر آماری این افزایش معنی‌دار نبود. مطالعات نشان داده تغذیه روی از طریق افزایش غلظت گروه‌های سولفوهیدریل در ریشه سبب کاهش نفوذپذیری غشاء ریشه و کاهش پراکسیده شدن چربی حاصل از تنش رادیکال‌های آزاد می‌شود (۱۳).

روی نقش کلیدی در غشاء یاخته‌ای در شرایط تنش را دارد که این نقش عمدتاً از طریق محافظت از اکسیداسیون گروه‌های سولفوهیدریل توسط گروه‌های رادیکال آزاد (مثل سوپر اکسید و هیدروکسیل) یا عنصرهای سنگین مثل کادمیوم اعمال می‌شود. تا کنون دو سازوکار برای اثر روی ذکر شده است. گروهی از محققان معتقدند که اثر روی بواسطه جلوگیری از اکسیداسیون گروه‌های سولفوهیدریل با ایجاد پوشش فیزیکی اطراف این گروه‌ها می‌باشد (۸). روی این ترکیبات را در برابر خسارت‌های ناشی از اکسایش محافظت می‌کند. هنگامی که اجزاء ساختمانی غشاء یاخته‌ای گیاهان دچار کمبود روی اکسید می‌شوند ساختار غشاء یاخته‌ای خسارت دیده و ترشح یون‌ها از یاخته‌های ریشه افزایش می‌یابد (۱۳).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.1.1]

جدول ۲- مقایسه میانگین‌ها در بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پایه‌ی قزوینی پسته تحت تاثیر روی و تنش کلرید سدیم.

Table 2. Comparison of means of physiological, biochemical and growth characteristics of pistachio Qazvini Rootstock under the influence of Zinc and Sodium Chloride Stress.

کلرید سدیم NaCl	سولفات روی ZnSO4 leve	فعالیت آسکوربات پراکسیداز Ascorbate peroxidase	فعالیت کاتالاز Catalase enzyme activity	نشت یونی روی ریشه (u ggr $^{-1}$4h^{-1}) Zinc ion leakage root	نسبت پتاسیم به سدیم ریشه K/Na Root ratio	گروه‌های سولفوهیدریل (u ggr $^{-1}$ Dw) Sulfidryl groups	کسر مولی کلسیم برگ (٪) Fraction of molar calcium of the root	وزن تر برگ (g.plant $^{-1}$) Fresh leaf weight	ارتفاع دانهال (cm) Seedlings heigh
	Control	0.125^{b}	0.038^{e}	4.63^{d}	0.797^{d}	190.67^{c}	0.526^{a}	7.38^{d}	11.19^{b}
	(Zn 1uM)	0.12^{c}	0.049^{c}	4.60^{d}	0.85^{c}	191.83^{b}	0.525^{a}	8.09^{c}	12.45^{a}
	(Zn 5uM)	0.122^{bc}	0.059^{a}	4.61^{d}	1.409^{a}	193.00^{a}	0.530^{a}	9.53^{a}	11.28^{b}
Control		45.79^{a}	0.040^{c}	3.99^{g}	1.330^{a}	210.67^{a}	0.648^{a}	10.16^{a}	15.57^{a}
NaCl 5(dS/m)		40.56^{b}	0.040^{c}	4.47f^{g}	1.331^{a}	192.56^{b}	0.606^{b}	9.99^{b}	15.38^{b}
NaCl 10(dS/m)		37.67^{c}	0.050^{b}	4.76e^{f}	0.891^{c}	185.00^{c}	0.506^{d}	8.00^{e}	8.29^{e}
NaCl 15(dS/m)		36.68^{c}	0.064^{a}	5.24^{e}	0.522^{d}	179.11^{d}	0.349^{e}	5.20^{g}	7.33^{f}
Control	Control	0.09^{g}	0.030^{f}	4.00^{k}	1.01^{ef}	208.67^{c}	0.647^{a}	9.00^{g}	14.80^{d}
NaCl 5(dS/m)	Control	0.11^{f}	0.030^{f}	4.57^{jk}	0.913^{efg}	191.33^{e}	0.607^{b}	9.00^{g}	14.97^{d}
NaCl 10(dS/m)	Control	0.13^{b}	0.040^{e}	4.73^{jk}	0.77^{gh}	184.33^{g}	0.5^{ef}	7.47^{j}	8.00^{h}
NaCl 15(dS/m)	Control	0.17^{e}	0.050^{d}	5.23^{j}	0.493^{ij}	178.33^{i}	0.350^{b}	4.07^{p}	7.00^{j}
control	(Zn 1uM)	0.08^{f}	0.040^{e}	4.00^{k}	1.107^{de}	211.00^{b}	0.650^{a}	9.33^{f}	16.97^{a}
NaCl 5(dS/m)	(Zn 1uM)	0.11^{b}	0.040^{e}	4.33^{jk}	1^{efg}	192.67^{d}	0.600^{b}	9.50^{e}	15.93^{b}
NaCl 10(dS/m)	(Zn 1uM)	0.13^{f}	0.050^{d}	4.80^{jk}	0.803^{fg}	184.67^{g}	0.500^{f}	8.07^{i}	8.90^{g}
NaCl 15(dS/m)	(Zn 1uM)	0.16^{e}	0.067^{b}	5.27^{j}	0.49^{fg}	179.00^{hi}	0.350^{g}	5.47^{n}	8.00^{h}
control	(Zn 5uM)	0.09^{g}	0.050^{d}	3.97^{k}	1.873^{b}	212.33^{a}	0.647^{a}	12.13^{a}	14.93^{d}
NaCl 5(dS/m)	(Zn 5uM)	0.11^{f}	0.050^{d}	4.50^{jk}	2.08^{a}	193.67^{d}	0.610^{b}	11.47^{b}	15.23^{c}
NaCl 10(dS/m)	(Zn 5uM)	0.123^{e}	0.060^{c}	4.73^{jk}	1.1d^{e}	186.00^{f}	0.517^{de}	8.47^{h}	7.97^{h}
NaCl 15(dS/m)	(Zn5uM)	0.163^{bc}	0.077^{a}	5.23^{j}	0.583^{hi}	180.00^{h}	0.347^{g}	6.07^{m}	7.00^{j}

In each column, the means with the same letters indicate no significance at the 5% probability level of the Duncan multi-domain test.

در هر ستون، میانگین‌ها با حرف‌های مشترک نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.1.1]

جدول ۳- مقایسه میانگین‌ها در بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پایه بادامی زرند پسته تحت تاثیر روی و تنش کلرید سدیم.

Table 3. Comparison of means of physiological, biochemical and growth characteristics of Zarand Pastah almond cultivars under the influence of zinc and sodium chloride stress.

سطوح کلرید سدیم NaCl Level	سطوح روی Zn level	فعالیت آسکوربات پراکسیداز Ascorbate peroxidase	فعالیت آنزیم کاتالاز برگ Catalase enzyme activity	نشت یونی روی از ریشه (u ggr $^{-1}$4h^{-1}) Zinc ion leakage from root	نسبت پتاسیم به سدیم ریشه K/Na Root ratio	گروه‌های سولفیدریل (u ggr $^{-1}$ Dw) Sulfidryl groups	کسر مولی کلسیم برگ (٪) Fraction of molar calcium of the root	وزن تر برگ (g.plant $^{-1}$) Fresh leaf weight	ارتفاع دانهال (cm) Seedlings heigh
	control	0.135^{a}	0.038^{e}	16.43^{b}	0.734^{f}	112.17^{f}	0.438^{c}	6.52^{f}	9.7^{d}
	(Zn 1uM)	0.135^{a}	0.048^{d}	13.60^{c}	0.72^{e}	113.42^{e}	0.447^{b}	7.25^{e}	10.7^{c}
	(Zn 5uM)	0.135^{a}	0.057^{b}	17.31^{a}	1.077^{b}	114.42^{d}	0.447^{b}	8.35^{b}	8.33^{e}
control		0.067^{f}	0.037^{d}	11.93^{d}	1.352^{a}	135.00^{e}	0.608^{b}	9.48^{c}	14.27^{c}
NaCl 5(dS/m)		0.11^{e}	0.039^{cd}	13.10^{c}	1.041^{b}	126.00^{f}	0.533^{c}	9.19^{d}	11.48^{d}
NaCl 10(dS/m)		0.15^{c}	0.049^{b}	15.54^{b}	0.543^{d}	96.67^{g}	0.349^{e}	6.93^{f}	7.34^{f}
NaCl 15(dS/m)		0.19^{a}	0.066^{a}	22.53^{a}	0.438^{d}	95.67^{h}	0.287^{f}	3.89^{h}	5.32^{g}
control	control	0.09^{g}	0.030^{f}	10.97^{h}	1.387^{c}	134.33^{k}	0.607^{b}	8.43^{h}	14.067^{e}
NaCl 5(dS/m)	control	0.11^{f}	0.030^{f}	14.00^{e}	1^{efg}	124.67^{m}	0.543^{c}	8.07^{i}	13.00^{f}
NaCl 10(dS/m)	control	0.15^{d}	0.040^{e}	16.97^{c}	0.363^{jk}	94.67^{p}	0.350^{g}	6.43^{l}	7.033^{j}
NaCl 15(dS/m)	control	0.19^{a}	0.050^{d}	23.77^{a}	0.187^{k}	95.00^{p}	0.250^{i}	3.13^{q}	5.00^{l}
control	(Zn 1uM)	0.09^{g}	0.040^{e}	9.33^{i}	1.297^{cd}	135.0^{jk}	0.600^{b}	9.00^{g}	14.83^{d}
NaCl 5(dS/m)	(Zn 1uM)	0.11^{f}	0.037^{e}	12.00^{g}	1.04^{e}	126.33^{l}	0.537^{c}	9.03^{g}	14.00^{e}
NaCl 10(dS/m	(Zn 1uM)	0.15^{d}	0.047^{d}	12.73^{fg}	0.357^{jk}	96.67^{o}	0.347^{g}	6.97^{k}	8.00^{h}
NaCl 15(dS/m	(Zn 1uM)	0.19^{a}	0.070^{b}	20.33^{b}	0.187^{k}	95.67^{op}	0.307^{h}	4.00^{p}	5.97^{k}
control	(Zn 5uM)	0.08^{h}	0.040^{e}	15.50^{d}	1.373^{c}	135.67^{j}	0.617^{b}	11.00^{c}	13.90^{e}
NaCl 5(dS/m)	(Zn 5uM)	0.11^{f}	0.050^{d}	13.30^{ef}	1.083^{de}	127.00^{l}	0.520^{c}	10.47^{d}	7.43^{i}
NaCl 10(dS/m)	(Zn 5uM)	0.15^{d}	0.060^{c}	16.93^{c}	0.91^{efg}	98.67^{n}	0.350^{g}	7.40^{j}	7.00^{j}
NaCl 15(dS/m)	(Zn 5uM)	0.19^{a}	0.077^{a}	23.50^{a}	0.94^{efg}	96.33^{o}	0.303^{h}	4.53^{o}	5.00^{l}

In each column, the means with the same letters indicate no significance at the 5% probability level of the Duncan multi-domain test.

در هر ستون، میانگین با حرف‌های مشترک نشان دهنده عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.1.1]

نسبت پتاسیم به سدیم ریشه

نتایج نشان داد برهمکنش سه گانه تنش کلرید سدیم در پایه در روی بر نسبت K/Na در ریشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. نتایج نشان داد که در سطح شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر با کاربرد ۵ میکرومولار سولفات‌روی، نسبت K/Na ریشه پایه‌ی قزوینی در مقایسه با تیمار بدون کاربرد سولفات‌روی افزایش یافت، اما با کاربرد سولفات‌روی در تیمارهای ده و۱۵ دسی‌زیمنس بر متر این نسبت افزایش معنی‌داری نشان نداد. به بیانی دیگر نتایج مقایسه میانگین برهمکنش سه‌گانه پایه در سولفات‌روی در تنش کلرید سدیم نشان داد که استفاده از سولفات‌روی در سطوح پایین شوری اثر معنی‌دار و مثبتی بر نسبت K/Na ریشه پایه‌ی قزوینی داشت. با افزایش سطح شوری در هر دو پایه‌ی قزوینی و بادامی‌زرند نسبت K/N ریشه کاهش معنی‌داری یافت. تاثیر روی در افزایش تحمل به تنش کلرید سدیم به اثبات رسیده است (۱۹). طبق نتایج به‌دست آمده از پژوهش اثر تنش کلرید سدیم بر روی ارقام مختلف زیتون، با افزایش سطوح تنش شوری، نسبت پتاسیم به سدیم ریشه کاهش معنی داری یافته است (۱۵). نتایج استفاده از روی در تنش کلرید سدیم در فلفل نشان می‌دهد که افزایش غلظت روی از ۲ تا ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک با کاهش غلظت سدیم و افزایش غلظت پتاسیم نسبت شاخساره را افزایش داد. عنصر روی با تحت تاثیر قرار دادن سلامت ساختمانی و کنترل نفوذپذیری غشاءهای یاخته ریشه باعث افزایش تحمل به تنش کلرید سدیم می‌شود و تغذیه کافی روی، جذب یون سدیم توسط ریشه‌ها در شرایط اثرات تنش را کاهش می‌دهد (۲). در پژوهش حاضر با افزایش سطوح تیمار سولفات‌روی، نسبت K/Na در ریشه افزایش یافت. از این رو به نظر می‌رسد بسته به مقاومت گیاهان به کلرید سدیم تاثیرپذیری آنها از بکارگیری سولفات‌روی و سایر عنصرهای کم مصرف متفاوت است. بر اساس برخی گزارش‌ها، توانایی گیاه در جذب بالاتر پتاسیم نسبت به سدیم می‌تواند ظرفیت آنرا در مقابله با غلظت بالای سدیم افزایش دهد بنابراین پایه‌ای که بتواند پتاسیم بیشتری جذب کند به شرایط تنش کلرید سدیم متحمل‌تر خواهد بود.

نشت یون روی

نتایج نشان داد که برهمکنش سه‌گانه پایه در روی در تنش کلرید سدیم بر نشت یون روی معنی‌دار بود. نتایج این برهمکنش سه‌گانه (شکل ۱) نشان داد که کاربرد سولفات‌روی در پایه‌ی قزوینی اثر معنی‌داری بر نشت روی از ریشه نداشت ولی در پایه‌ی بادامی‌زرند کاهش معنی‌دار نشت روی با کاربرد سولفات‌روی تا سطح یک میکرومولار تا ۱۳/۶ درصد مشاهده شد. این نتایج بر نقش روی در حفاظت از سلامت و یکپارچگی دیواره یاخته‌های گیاهی تاکید داشته و بر این موضوع اشاره دارد که وجود غلظت کافی روی برای حفاظت یاخته‌ها در برابر صدمات اکسیداتیوی القا شده توسط کلرید سدیم ضرورت دارد (۸). همچنین در تمام سطوح روی، میزان نشت یون روی در پایه‌ی بادامی‌زرند نسبت به پایه‌ی قزوینی بیشتر بود. نتایج برهمکنش پایه در شوری بر نشت یون روی (شکل ۱) نشان داد که با افزایش سطح تنش در هر دو پایه، نشت یون روی ریشه هر دو پایه افزایش یافت، البته این افزایشتنش، در پایه‌ی قزوینی با شدت بسیار کمتری نسبت به پایه‌ی بادامی زرند صورت گرفت. لازم به ذکر است در تمام سطوح تنش کلرید سدیم، نشت یونی روی در پایه‌ی بادامی‌زرند بالاتر از پایه‌ی قزوینی بود که نشان می‌دهد غشاء یاخته‌ی پایه‌ی بادامی‌زرند نسبت به پایه‌ی قزوینی بیشتر تحت تاثیر اثرات مخرب اکسیداتیوی قرار گرفته است. در شرایطی که این نفوذپذیری افزایش یابد نشانگر وجود اختلال در غشاء یاخته‌ی ریشه می‌باشد لذا پایه‌ی بادامی‌زرند در مقایسه با پایه‌ی قزوینی از صدمات ناشی از رادیکال‌های آزاد بیشتر متأثر شده است.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.1.1]

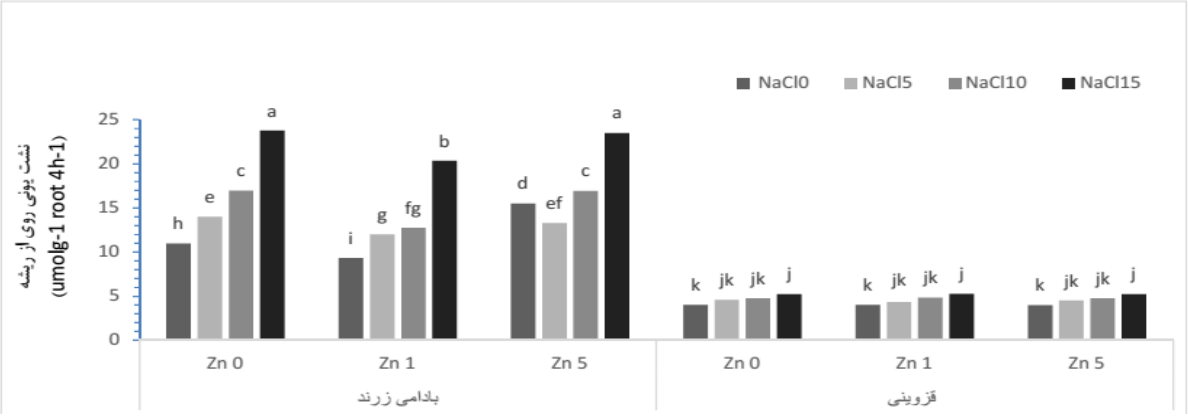

Fig 1. The interaction of zinc sulfate treatment on NaCl stress (dS/m) in pistachio rootstocks, Ionic leakage from the root, columns with the same letters do not differ significantly at the 5% level of the Duncan test.

شکل ۱- برهمکنش سه‌گانه تیمار سولفات روی در تنش کلرید سدیم (دسی زیمنس بر متر) در پایه‌های پسته، میزان نشت یونی روی از ریشه، ستون‌های دارای حرف‌های یکسان اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

فعالیت آنزیم کاتالاز برگ

نتایج نشان داد که برهمکنش سه گانه تنش کلرید سدیم در پایه در روی بر فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. این نتایج نشان داد که با افزایش سطح سولفات‌روی، فعالیت آنزیم کاتالاز به طور معنی‌داری افزایش یافت، ضمناً نتایج اثر سطوح مختلف تنش کلرید سدیم بر فعالیت کاتالاز نشان داد که با افزایش سطح کلرید سدیم، فعالیت آنزیم کاتالاز به طور معنی‌داری افزایش یافت. یکی از مکانیسم‌هایی که تحمل به نمک را تحت تاثیر قرار می‌دهد افزایش ظرفیت دفاعی آنتی‌اکسیدانی گیاهان است (۸و۹). از جمله ظرفیت‌های دفاعی آنتی‌اکسیدانی، افزایش گروه‌های سولفوهیدریل بعلاوه فعالیت بالاتر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مثل کاتالاز می‌باشد. فعالیت آنزیم کاتالاز برای دفاع یاخته‌ی در برابر تنفس نوری القاء شده توسط تنش شوری در پراکسی‌زوم‌های برگ بحرانی می‌باشد (۵). پراکسید هیدروژن توسط آنزیم کاتالاز به اکسیژن و آب تبدیل می‌شود که در پروکسی‌زوم‌های تقریباً همه یاخته‌های هوازی، گلی‌کسی‌زوم‌ها و به مقدار کمتری در میتوکندری وجود دارد (۱۰). میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز در سطوح بالای شوری در نهال‌های پسته تیمار شده با روی، نسبت به عدم مصرف روی بالاتر بود. با توجه به شکل ۲ برهمکنش بین تیمارهای کلرید سدیم ، پایه و سولفات‌روی، مشخص شد که فعالیت آنزیم کاتالاز در دو پایه در تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشته اما با افزایش سطوح کلرید سدیم فعالیت آنزیم کاتالاز در پایه قزوینی بیشتر از پایه‌ی بادامی زرند بود.

فعالیت آنزیم آسکوربات‌پراکسیداز برگ

نتایج نشان داد که اثر پایه، شوری و برهمکنش پایه و شوری بر فعالیت آنزیم آسکوربات‌پراکسیداز معنی‌دار بود. نبا افزایش تنش شوری فعالیت آنزیم آسکوربات‌پراکسیداز برگ افزایش معنی‌داری نشان داد. اما این روند افزایش در پایه‌ی بادامی زرند بیشتر از قزوینی بود. نتایج پژوهش حاضر با نتایج پژوهش در میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز برگ در درختان زیتون د ر دو رقم فرانتویو و کنسروالیا در شرایط تنش شوری تطابق داشت، به گونه ای که با افزایش سطح تنش شوری فعالیت انزیم آسکوربات پراکسیداز افزایش معنی داری یافت (۱۵). لازم به توضیح است که در پژوهش حاضر در تیمارهای شاهد و سطح شوری ۵ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت معنی‌داری بین دو پایه در میزان فعالیت آنزیم مورد مطالعه مشاهده نشد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.1.1]

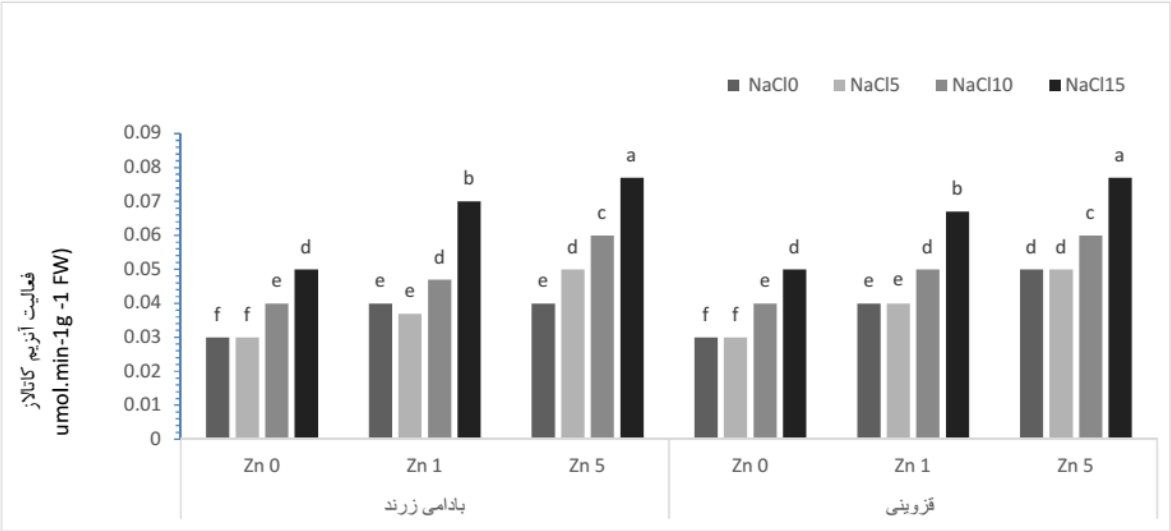

Fig 2. The interaction of zinc sulfate treatment on NaCl stress (dS/m) in pistachio rootstocks, Level of catalase enzyme activity, columns with the same letters do not differ significantly at the 5% level of the Duncan test.

شکل ۲- برهمکنش سه‌گانه تیمار سولفات روی در تنش کلرید سدیم (دسی زیمنس بر متر) در پایه‌های پسته، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز برگ، ستون‌های دارای حرف‌های یکسان اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.

نتیجه‌گیری

بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمایی دو پایه‌ی پسته تحت تنش کلرید سدیم و عنصر روی نشان داد با افزایش غلظت کلرید سدیم ویژگی‌های رشدی کاهش می‌یابد و میزان نشت یونی روی و فعالیت آنزیم کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز افزایش و نسبت K/N ریشه هر دو پایه کاهش معنی‌داری نشان داد

با مدیریت تغذیه ریشه دانهال‌های پسته با سولفات روی در غلظت‌های متفاوت، ویژگی‌های رشدی بهبود یافته و برخی شاخص‌های بیوشیمیایی مانند کسر مولی کلسیم در برگ و غلظت گروه‌های سولفوهیدریل در ریشه ارتقاء یافته است. استفاده از سولفات‌روی در سطوح پایین شوری اثر معنی‌دار و مثبتی بر نسبت K/Na ریشه پایه‌ی قزوینی داشت. و منجر به کاهش نشت یونی روی گردید. نتایج نشان می‌دهد تغذیه ریشه دانهال‌ها با روی اثر مثبتی در افزایش مقاومت گیاه و مهار بهتر رادیکال‌های آزاد تولید شده در شرایط تنش شوری ناشی از کلرید سدیم دارد. در ادامه مشخص شد بین دو پایه‌ی پسته معمول در کشور از لحاظ مقاومت به تنش کلرید سدیم اختلاف معنی‌داری وجود دارد چراکه بین بافت ریشه پایه‌ی قزوینی در مقایسه با پایه‌ی بادامی زرند، غلظت گروه‌های سولفوهیدریل بیشتر، نسبت K/N ریشه بالاتر و نشت یونی روی کمتری دارد، بر همین اساس پایه‌ی قزوینی در مقایسه با پایه‌ی بادامی زرند در برابر تنش اکسیداتیو ناشی از کلرید سدیم متحمل‌تر بوده و به عنوان پایه‌ی مقاوم پسته در اراضی شور کشور توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از جناب آقای دکتر علی تاج‌آبادی پور عضو محترم هیأت علمی موسسه‌ی تحقیقات پسته کشور و جناب آقای مهندس احمد استواری که در اجرای این پژوهش صمیمانه همکاری نمودند تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

References

1. Abou, E. and EA. Nour. 2002. Growth and nutrient contents response of maize to foliar nutrition with micronutrients under irrigation with saline water. J. Biol. 22(2):92-97 (In Persian).
2. Aktas, H., Abak, K., Ozturk, L. and I. Cakmak. 2006. The effect of zinc on growth, and shoot concentrations of sodium and potassium in pepper plants under salinity stress. Turk. J. Agr. For. 30: 407-412
3. Asadolahi, Z. and V. Mozafari. 2012. The effect of salinity on the growth and chemical composition of pistachio seedlings in perlite culture medium. J. Greenh. Cult. Sci. Technol. 12 (3):13-27 (In Persian).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.1.1]

4. Banakar, M., Rahimian, Gh. Ranjbar W. and Sh. Tafti. 2014. The effect of irrigation with saline water on shoots and seedlings of five pistachio cultivars in Yazd province. J. Water Res. Agr. 28 (2): 351-341 (In Persian).
5- Breusegem, F.V., Vranova, E., Dat, J.F. and D. Inze. 2001. The role of active oxygen species in plant signal transduction. Plant Sci. 161:405-414.
6. Bohnert, H.J., Nelson, D.E. and R.G. Jensen. 1995. Adaptation to environmental stresses. J. Plant Cell. 7(7): 1099-1111.
7- Cakmak, I. and H. Marschner. 1988. Enhanced superoxide radical production in roots of zinc deficient plants. J. Exp. Bot. 39: 1449–1460
8. Cakmak, I. 2000. Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. New Phytol. 146(2): 185-205.
9. Curtin, D., H. Steppuhn and F. Selles. 1993. Plant responses to sulfat and chloride salinity: growth and ionic relations Soil Science. J. Soil Sci. 57(2):1304-1310.
10. Del Rio, L.A., Corpas, F.J., Sandalio, L.M., Palma, J.M., Gomez, M. and J.B. Barroso. 2002. Reactive oxygen species, antioxidant systems and nitric oxide in peroxisomes. J. Exp. Bot. 53:1255-1272.
11. Hokmabadi, H., Arzani, K. and R. Greerson. 2005. Effects of salinity stress on carbon isotope growth and discrimination indices in three pistachio stands. J. Agr. Sci. Natu. Res. 12 (2): 54-44 (In Persian).
12. Imami, A. 1996. Plant Decomposition Methods (Vol. I). Technical Journal No. 982. Soil and Water Research Institute. Tehran. Iran. 128 p. In Persian.
13. Khoshgoftatmanesh, A. 2007. Basics of plant nutrition. Isfahan University of Technology Publications .462 p. (In Persian).
14. Mohammadi, Kh.M., A. Ebadi, M. Askari, M. Fattahi Moghaddam and H. Hokmabadi. 1398. Evaluation of biochemical traits in some pistachio rootstocks under salinity stress. J. Agr. 21 (21): 336-323.
15. Naini, M.R., Asnaashari, M. and A. Khoshgoftarmanesh. 1394. The effect of zinc on some biochemical, physiological and growth characteristics of two olive cultivars under salinity stress, Ph.D. Thesis in Physiology and Fruit Modification, Bu Ali Sina University of Hamadan, Hamadan. 180 p. (In Persian).
16. Nakano, Y. and K. Asada. 1981. Hydrogen Peroxide is Scavenged by Ascorbate Peroxidase in Spinach Chloroplasts. Plant Physil. 22(2): 867-880.
17. Sedlak, J. and R.H. Lindsay. 1968. Estimation of Total Protein Bound and Nonprotein Sulfhydryl Groups in Tissue with Ellman's Reagent. J. Anal. Biochem. 25(2): 1192-1205.
18. Statistics of Jahad Keshavarzi. 2018. Ministry of Jahad Agriculture, Volume III. Part I, 186 p. In Persian.
19. Verma, T.S. and H.U. Neue. 1984. Effect of soil salinity level and Zinc application on growth yield and nutrient composition of rice. J. Plant Soil. 82:3-14.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.1.1]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 22 (4): 705-716 (2022)
Research article

Effect of Zinc Sulfate and Sodium Chloride Stress on Two Rootstock of Qazvini Pistachio and Badami Zarand in Greenhouse Conditions

H. Sharifzadegan*, M. Gholami, M. R. Naeini[1]

In order to study the characteristics of two cultivars of pistachio rootstocks, Zarand and Qazvini, under the influence of zinc and sodium chloride stress, a factorial experiment was conducted in the form of a completely random design with three replications in the research green house of Qom municipality during the years 2017-2018. With three repetitions in Qom. The root system of the seeds was fed a 50% solution of Hogland. The seedlings were exposed to four salinity levels of zero (control), 5, 10 and 15 dS/m, and three zinc levels from sulfate source ($ZnSO_4.7H_2O$) including zero (control), 1 and 5 uM. The results showed that salinity treatment of 15dS.m reduced seedling height, wet weight of leaves, calcium molar fraction and sulfhydryl groups. By increasing the stress level of sodium chloride, decrease in potassium to sodium ratio however, ion leakage, ascorbate peroxidase and catalase activity increased. 5uM treatment of zinc sulfate increases wet leaf weight, seedling height, and low molecular weight calcium concentration of sulfhydryl groups in the root ~~and~~ ion leakage reduction occurred. The results showed that the root tissue of Qazvini compared to Badami zarand the concentration of sulfhydryl groups and the ratio of potassium to sodium are higher and there is less ion leakage. Accordingly, the Qazvini rootstock is more resistant to oxidative stress sodium chloride.

Keywords: Seedlings, ion leakage, sulfhydryl groups.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.1.1]

1. Former Ph.D. Student, Professor of Horticultural Sciences, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan and Assistant Professor, Faculty Member of Qom Agricultural and Natural Resources Research Center, Qom, Iran, respectively.

* Corresponding author, Email: (sharifzadegan82@gmail.com).