نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و سوم، شماره دوم، ۱۳۹۵
http://jopp.gau.ac.ir

اثر تنش شوری بر خصوصیات رشدی، تغییرات فلورسانس کلروفیل و غلظت عناصر غذایی در ۱۴ رقم پسته

علی مؤمن‌پور[۱]، *موسی رسولی[۲]، علی ایمانی[۳] و لیلا دهاقین[۴]

[۱]استادیار، مرکز ملی شوری، یزد، ایران، [۲]استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ملایر، ایران،
[۳]دانشیار، بخش تحقیقات باغبانی، مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، ایران، [٤]کارشناس‌ارشد،
گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۹٤/٤/۷

چکیده

سابقه و هدف: پسته (*Pistacia vera* L.)، به‌دلیل ویژگی‌های مطلوبی که از نظر سازگاری با شرایط نامساعد محیطی، از جمله شوری آب، خاک و مقاومت نسبی به خشکی دارد به‌عنوان مناسب‌ترین محصول باغی برای مناطق خشک ایران توصیه می‌شود (١٦). شوری یکی از تنش‌های غیرزنده محیطی است که رشد و تولید محصولات کشاورزی را به شدت محدود می‌کند (۲۳) حدود ۱۲/۵ درصد از کل مساحت کشور ایران به‌صورت کشت و آیش و به‌منظور تولیدات کشاورزی استفاده می‌شود و گفته می‌شود که نزدیک به ٦ درصد از این سطح زیرکشت به درجات مختلف با مشکل شوری، روبرو می‌باشد (۱۸). بنابراین توسعه ارقام و پایه‌های متحمل به شوری، به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار در میزان حساسیت یا تحمل به شوری در درختان میوه کشت شده از جمله پسته در نظر گرفته شده است (۲۳، ۲۲، ۱۲، ۱۱). بنابراین، تحقیق حاضر، با هدف ارزیابی خصوصیات رشدی و غلظت عناصر غذایی در برگ و ریشه ١٤ رقم پسته تحت شرایط تنش شوری و معرفی متحمل‌ترین رقم انجام شد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور ارزیابی تحمل به شوری تعدادی از ارقام پسته، آزمایشی گلدانی در سال ۱۳۹۲-۱۳۹۳ با دو عامل رقم در ١٤ سطح، شامل (شاه پسند، کله قوچی، احمد آقایی، اکبری، ایتالیایی، بادامی‌زرند، قزوینی،

*مسئول مکاتبه: mousarasouli@gmail.com

سبز پسته توق، خنجری دامغان، جندقی، ابراهیمی، رضایی زودرس، فندوقی ٤٨ و موسی‌آبادی) و عامل شوری آب آبیاری در ٥ سطح شامل (٠ (صفر)، ٢/٤، ٤/٨، ٧/٢ و ٩/٦ گرم در لیتر نمک طبیعی، به‌ترتیب با هدایت الکتریکی برابر ٠/٥، ٤/٩، ٩/٨، ١٤/٧٥ و ١٩/٨ دسی‌زیمنس بر متر)، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با ٣ تکرار انجام شد. در پایان، صفات ریخت‌شناسی، فیزیولوژیک، تغییرات فلورسانس کلروفیل و غلظت عناصر غذایی سدیم و پتاسیم در برگ و ریشه ١٤ رقم مطالعه شده.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن، شاخص‌های رشدی شامل ارتفاع شاخه، قطر شاخه، تعداد برگ کل، درصد برگ‌های سبز، وزن‌تر و خشک برگ، محتوی رطوبت نسبی برگ، شاخص کلروفیل، کلروفیل‌های a، b و کل، وزن‌تر و خشک اندام هوایی، وزن‌تر و خشک ریشه، در تمامی ارقام مطالعه شده، کاهش و درصد برگ‌های نکروزه، درصد ریزش برگ، نسبت وزن‌تر و خشک ریشه به وزن‌تر و خشک اندام هوایی، درصد نشت یونی و درصد آسیب دیدگی غشاء سلولی، افزایش یافتند. نتایج حاصل از بررسی تغییرات فلورسانس کلروفیل نشان داد، تنش شوری از طریق افزایش میزان فلورسانس حداقل و کاهش میزان فلورسانس حداکثر، باعث کاهش فلورسانس متغیر در گیاهان شده و نسبت فلورسانس متغیر به فلورسانس حداکثر (حداکثر کارآیی کوآنتومی فتوسیستم II) را از ٠/٨٣ در گیاهان شاهد به ٠/٥٩ در رقم رضایی زودرس و پس از آن ٠/٦١ در رقم موسی‌آبادی، کاهش داد. نتایج حاصل از بررسی غلظت عناصر غذایی در برگ و ریشه نیز نشان داد که در تمامی ارقام مطالعه شده، بیشترین درصد سدیم در برگ و ریشه (به‌ترتیب ٢/٠٩ و ٣/٠٤ درصد) و کمترین درصد پتاسیم در برگ و ریشه (به‌ترتیب ٠/٤٠ و ٠/٣٤ درصد)، در تیمار ٩/٦ گرم در لیتر شوری مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: در مجموع، رقم قزوینی به‌عنوان متحمل‌ترین رقم به تنش شوری انتخاب شد. این رقم توانست به خوبی شوری تا ٧/٢ گرم در لیتر کلرید سدیم (١٤/٧٥ دسی‌زیمنس بر متر)، را تحمل نماید. در نقطه مقابل، رقم‌های موسی‌آبادی و رضایی زودرس به‌عنوان حساس‌ترین ارقام به نسبت به تنش شوری، تشخیص داده شدند.

واژه‌های کلیدی: پسته، شوری، شاخص‌های رشدی، کلروفیل فلورسانس، عناصر پرمصرف، عناصر کم مصرف

مقدمه

شوری یکی از تنش‌های غیرزنده محیطی است که رشد و تولید محصولات کشاورزی را به‌شدت محدود می‌کند (۲۳) بیابان‌های شور حدود ۷ میلیون کیلومترمربع وسعت دارند (۲۳). آسیا دارای بیشترین مساحت اراضی زمین‌های شور می‌باشد. در برخی از کشورها نظیر ایران، پاکستان و هندوستان نسبت بیشتری از زمین‌های تحت شوری قرار دارند. حدود ۱۲/۵ درصد از کل مساحت کشور ایران (۱۹ میلیون هکتار) به‌صورت کشت و آیش و به‌منظور تولیدات کشاورزی استفاده می‌شود و گفته می‌شود که نزدیک به ۵۰ درصد (حدود ٦ درصد)، این سطح زیرکشت به درجات مختلف با مشکل شوری، قلیایی بودن و غرقابی بودن روبرو می‌باشد (۱۸). افزایش شوری آب آبیاری تأثیر منفی بر خصوصیات رشدی گیاهان مختلف دارد و منجر به شور شدن زمین‌های قابل کشت در آینده خواهد شد که این موضوع تهدید بزرگی برای تولید محصولات کشاورزی محسوب می‌شود (۱۰).

پسته (***Pistacia vera*** L.)، به‌دلیل ویژگی‌های مطلوبی که از نظر سازگاری با شرایط نامساعد محیطی، از جمله شوری آب، خاک و مقاومت نسبی به خشکی دارد به‌عنوان مناسب‌ترین محصول باغی برای مناطق خشک ایران توصیه می‌شود (١٦). ایران هم اکنون مهم‌ترین و بزرگترین صادرکننده پسته دنیا می‌باشد. در حال حاضر، بالغ بر ٤٧٠ هزار هکتار باغ پسته بارور و غیر بارور در ایران زیر کشت است که حدود ۷۰ درصد از آن‌ها در استان کرمان واقع شده است، اما به‌دلیل وجود خاک‌های آهکی، شور و آب آبیاری با کیفیت نامناسب در مناطق پسته کاری، مشکلات تغذیه‌ای فراوانی به وجود آمده که باعث کاهش تولید و عملکرد پسته در این شرایط شده است (١٦). بنابراین توسعه ارقام و پایه‌های مقاوم به شوری، در جهت استفاده بهینه از خاک و آب و افزایش کمیت و کیفیت محصول درختان پسته، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

پژوهش‌های انجام یافته، نشان می‌دهد که کاهشی سطح شوری، موجب کاهش رشد گیاه پسته می‌شود و میزان رشد ساقه و برگ با همدیگر سیر نزولی مشخصی را طی می‌کند. با این وجود، هنگامی که رشد برگ و ساقه به‌طور جداگانه ارزیابی شود، ملاحظه شده است که برگ دارای بیشترین حساسیت نسبت به شوری است، به‌طوری که پایین‌ترین سطح شوری به‌کار رفته (۱۸ میلی اکی والان در هر کیلوگرم خاک) نیز موجب کاهش معنی‌داری در رشد برگ شده است (۱۲). کریمی و همکاران (۲۰۱۱)، تحمل به شوری پایه‌های وحشی پسته ایران را با استفاده از ٤ سطح شوری (۰/۷۵، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) کلرید سدیم مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که وزن خشک برگ در

٤ پایه مورد ارزیابی، با افزایش سطح شوری به‌طور معنی‌داری کاهش نشان داد. به‌طوری که پایه‌های وحشی موتیکا و آتلانتیکا دارای بیشترین وزن خشک برگ بودند. ایشان عنوان کردند که کاهش وزن خشک ساقه وابسته به نوع پایه می‌باشد. بیشترین و کمترین میزان وزن خشک ساقه در پایه‌های آتلانتیکا و کردیکا مشاهده شده است (۱۱). کریمی و همکاران (۲۰۰۹)، گزارش کردند که با افزایش غلظت کلرید سدیم در خاک، رشد اندام هوایی و ریشه در هر دو رقم بادامی ریز و قزوینی کاهش می‌یابد که در این میان رقم بادامی ریز حساسیت بیش‌تری را نشان می‌دهد. ایشان هم‌چنین اظهار داشتند، تنش شوری رشد برگ و ساقه پسته را نسبت به رشد ریشه بیش‌تر کاهش می‌دهد (۱۲).

مشخص شده است که شوری علاوه‌بر تأثیر بر خصوصیات ریخت‌شناسی، بر شاخص‌های فیزیولوژیکی گیاهان نیز تأثیرگذار است. رنجبر فردویی و همکاران (۱۹۹۹، ۲۰۰٦)، تأثیر سطوح مختلف شوری را بر ویژگی‌های اکوفیزیولوژیکی دو گونه خنجوک و بنه و بادام مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که شوری موجب کاهش پتانسیل آب برگ و پتانسیل اسمزی برگ می‌شود (۲۵ و ۲٦). گزارش شده است که تنش شوری یکی از مهمترین عوامل محیطی محدود کننده فتوسنتز است (۲۷)، زیرا با بسته شدن روزنه‌ها، CO_2 درون سلولی کاهش می‌یابد که در نتیجه آن، تجمع ناقلین الکترون پرانرژی، تشکیل رادیکال‌های آزاد، آشفتگی ترکیبات برداشت کننده نور و افت کارایی فتوسنتز رخ می‌دهد (۸). به‌علاوه، تنش شوری از طریق کاهش مقدار پروتئین‌های چسبنده به کلروفیل، باعث کاهش پروتئین- رنگدانه‌های کلروپلاستین‌ها برداشت کننده نوری فتوسیستم II می‌شود (۳۲). فتوسیستم II نقش مهمی در پاسخ فتوسنتزی به عوامل محیطی در گیاهان عالی بازی می‌کند. فن سنجش فلورسانس کلروفیل در سال‌های اخیر در مطالعات اکوفیزیولوژی گیاهی به‌عنوان یک روش سریع، حساس و غیر تخریبی برای بررسی وضعیت کلروفیل گیاهی بسیار مورد توجه و استفاده قرار گرفته است (۲). مقدار فلورسانس کلروفیل به‌عنوان معیاری برای سنجش سالم بودن غشای تیلاکوئیدی و کارایی نسبی انتقال الکترون از فتوسیستم II به فتوسیستم I در نظر گرفته می‌شود. یکی دیگر از متغییرهای مهم فلورسانس کلروفیل، Fv (Variable fluorescence)، است که به‌صورت Fm-F0 به‌دست می‌آید. نسبت Fv/Fm حداکثر کارآیی کوآنتومی فتوسیستم II برای تبدیل نور جذب شده به انرژی شیمیایی را نشان می‌دهد. تنش‌های محیطی با تأثیر بر فتوسیستم II باعث کاهش این نسبت می‌شوند (۲). شاخص Fv/Fm در بسیاری از مطالعات مرتبط با اثر تنش در گیاهان مورد استفاده قرار گرفته است (۱۳، ۲۱، ۲٦). در بسیاری از گونه‌های گیاهی زمانی که Fv/Fm در حد ۰/۸۳

باشد، به این مفهوم است که تنشی بر گیاه وارد نشده است و لذا پایین‌تر بودن این نسبت، حاکی از وجود تنش است (۱۷).

راهبردهای مختلفی در جهت تحمل به شوری وجود دارند که از جمله آن‌ها می‌توان به توزیع یکنواخت یون‌های نمکی در داخل واکوئل‌های سلول، تجمع متابولیت‌های متعادل کننده اسمزی در داخل سیتوپلاسم، قابلیت کاهش جذب کلر یا سدیم توسط ریشه‌ها و عدم انتقال کلر یا سدیم به قسمت‌های هوایی اشاره کرد (۱۵). در تحقیقات انجام شده روی گیاهان مختلف تحت شرایط تنش شوری نشان داده شده است که سدیم، باعث عدم تعادل اسمزی، تخریب غشاهای سلولی، کاهش رشد، جلوگیری از تقسیم و بزرگ‌شدن سلول‌ها می‌شود، ولی پتاسیم در حفظ تعادل اسمزی، باز و بسته شدن روزنه‌ها و فعال‌سازی تعدادی از آنزیم‌ها نظیر پیروات‌کیناز مؤثر می‌باشد (۳۰، ۲۹). کریمی و همکاران (۲۰۱۱)، تحمل به شوری پایه‌های وحشی پسته ایران (آتلانتیکا، موتیکا، کردیکا و کابلیکا) را با استفاده از ٤ سطح شوری (۰/۷۵، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) کلرید سدیم مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که سدیم در ریشه و اندام هوایی به‌طور قابل توجهی با افزایش در سطوح شوری در تمام پایه‌ها به‌جز پایه آتلانتیکا افزایش یافت. مقایسه غلظت سدیم در ریشه و اندام هوایی نشان داد که مقدار جذب و انتقال سدیم در پایه‌ها متفاوت می‌باشد، به‌طوری که کمترین جذب سدیم در پایه موتیکا (۰/٤۷ درصد وزن خشک) و بیشترین مقدار در پایه آتلانتیکا (۱/۷۷ درصد وزن خشک) و بیشترین میزان انتقال سدیم در پایه کابلیکا و موتیکا (به‌ترتیب ۱/۳۹، ۰/۹۲ درصد وزن خشک) و کمترین میزان انتقال در پایه آتلانتیکا مشاهده شده است. همچنین ایشان عنوان کردند که گونه‌هایی با قدرت رشد بیشتر (آتلانتیکا و موتیکا) نسبت به گونه‌های با قدرت رشد کمتر (کابلیکا) تحمل بیشتری نسبت به تنش شوری دارند (۱۱).

با توجه به مطالعات انجام شده، یکی از راه‌های پی بردن به میزان تحمل ارقام مختلف نسبت به تنش شوری از طریق بررسی خصوصیات رشدی، تغییرات فلورسانس کلروفیل و وضعیت عناصر غذایی در برگ و ریشه‌های آن‌ها می‌باشد. از طرفی در تمامی مطالعات انجام شده روی این گیاه، تعداد ارقام محدودی در شرایط یکسان محیطی با یکدیگر مقایسه شده‌اند. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی اثر تنش شوری بر خصوصیات رشدی، تغییرات فلورسانس کلروفیل و غلظت عناصر غذایی سدیم و پتاسیم در ریشه و برگ‌های ١٤ رقم پسته مورد مطالعه و انتخاب متحمل‌ترین رقم به شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق، در قالب یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل رقم در ١٤ سطح و شوری آب آبیاری در ۵ سطح و با سه بلوک انجام شد. ارقام مورد مطالعه شامل (شاه پسند، کله قوچی، احمد آقایی، اکبری، ایتالیایی، بادامی‌زرند، قزوینی، سبز پسته توق، خنجری دامغان، جندقی، ابراهیمی، رضایی زودرس، فندوقی ٤٨ و موسی‌آبادی) و عامل شوری آب آبیاری شامل (۰(صفر)، ۲/٤، ٤/٨، ۷/۲ و ۹/٦ گرم در لیتر نمک طبیعی به‌ترتیب با هدایت الکتریکی برابر ۰/۵، ٤/۹، ۹/۸، ١٤/٧۵ و ۱۹/۸ دسی‌زیمنس بر متر)، بودند. ابتدا بذور ارقام پسته موردنظر از موسسه تحقیقات پسته کشور (رفسنجان)، تهیه شد. سپس، به‌منظور آماده‌سازی بذور برای کاشت، ابتدا به‌مدت ۱۰ دقیقه داخل محلول وایتکس ۱۰ درصد قرار داده شدند و با آب کاملاًشست و شو داده شدند و به‌مدت دو ساعت در محلول قارچ کش کاپتان سه در هزار قرار داده شدند و آنگاه به‌مدت ۷۵ روز (از اوسط بهمن ماه ۹۲ تا اواخر فروردین ماه ۹۳)، در داخل محیط ماسه مرطوب و در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد در داخل سردخانه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج قرار داده شدند (۱۱). پس از رفع نیاز سرمایی، گلدان‌های حاوی بذور مورد آزمایش در ابتدای اردیبهشت ۹۳ از داخل سردخانه خارج شدند و داخل گلدان‌های پلاستیکی حاوی خاکی با بافت لومی کاشته شدند (جدول ۱). قابل ذکر است که به‌منظور انجام این آزمایش از هر رقم، ۲۰ گلدان و در هر گلدان ۳ بذر کشت شد. بذور مورد آزمایش با توجه به نوع رقم در طی ۱۰ الی ۲۵ روز پس از کاشت سبز شدند و در هنگام اعمال تنش شوری (۹۰ روز پس از کاشت بذور در داخل گلدان‌های پلاستیکی)، ۱۵ گلدان از هر رقم که دارای گیاهانی با شرایط رشدی مطلوب بودند، انتخاب شدند و تیمار شوری از ابتدای مرداد ماه و به‌مدت ده هفته روی آن‌ها، انجام شد.

به‌منظور اعمال تیمارهای شوری، از نمک‌های طبیعی جمع‌آوری شده از دریاچه نمک استان قم، استفاده شد که ترکیب آن در جدول ۲ ارائه شده است. به‌منظور اجتناب از ایجاد شوک ناگهانی و پلاسمولیز، افزودن نمک‌ها به‌صورت تدریجی انجام شد. بدین منظور، ابتدا گیاهان با تیمارهای ۲/٤ گرم و ٤/٨ گرم در لیتر، آبیاری شدند و برای اعمال تیمار شوری با غلظت ۷/۲ و ۹/٦ گرم درلیتر روی گیاهان، در مرتبه دوم (۳/۵ روز پس از آغاز اعمال تیمار شوری)، با تیمار ۷/۲ گرم در لیتر، آبیاری شدند. در نهایت، در مرتبه سوم گیاهانی که قرار بود با تیمار ۹/٦ گرم در لیتر نمک تیمار شوند، با این غلظت از نمک موجود در آب، آبیاری شدند و در نتیجه در مدت یک هفته پس از آغاز اعمال تیمار شوری، به غلظت نهایی رسانده شد. میزان رطوبت خاک گلدان‌ها در سطح ظرفیت مزرعه (FC)، قبل از انتقال گیاهان به گلدان، به کمک دستگاه صفحه فشار (مدل F1 شرکت تجهیزات رطوبت خاک

کشور آمریکا[1]) تعیین شد. آبیاری گلدان‌ها با توجه به تغییرات وزن آن‌ها و لحاظ نیاز آبشویی، انجام شد و به هر گلدان در هر بار از اعمال تنش شوری، ٤٧٠ سی سی آب از تیمار موردنظر، اضافه شد. همچنین، به‌منظور اطمینان از انجام نیاز آبشویی خاک گلدان‌ها، پس از هر مرتبه آبیاری، زه آب تعدادی از گلدان‌ها به‌طور تصادفی جمع‌آوری و هدایت الکتریکی و pH آن‌ها اندازه‌گیری شد. در نهایت در پایان آزمایش نیز، نمونه خاک، از هر یک از سطوح اعمال تیمار شوری، تهیه و تجزیه شد (جدول ٣).

قطر و ارتفاع گیاهان اندازه‌گیری و تعداد برگ‌های سبز آن‌ها یاداشت شد. به‌منظور اندازه‌گیری درصد برگ‌های نکروزه و ریزش یافته، تعداد برگ‌های نکروزه شده و ریزش یافته در پایان آزمایش شمارش شدند و بر تعداد کل برگ‌های گیاه تقسیم شدند. تعداد برگ‌های سبز گیاهان نیز، از طریق رابطه (١) زیر محاسبه شد (١٩).

١٠٠×(تعداد برگ‌های نکروزه شده +تعداد برگ‌های ریزش یافته)– تعداد کل برگ‌ها= درصد برگ‌های سبز

وزن‌تر و خشک برگ‌ها، ریشه و شاخه اصلی طبق روش مومن‌پور و همکاران (٢٠١٥)، اندازه‌گیری شدند (٢٠). شاخص کلروفیل در برگ‌های بالایی و پایینی شاخه اصلی با استفاده از کلروفیل متر مدل (Spad 502 Minolota) اندازه‌گیری شد. کلروفیل‌های a، b و کل، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل DR_{2000})، در طول موج‌های ٦٦٣ و ٦٤٥ نانومتر اندازه‌گیری شدند (١). همچنین، محتوی نسبی آب برگ (RWC)، بر اساس روش یاماساکی و دلینبرگ (١٩٩٩)، اندازه‌گیری شد (٣١) به‌منظور اندازه‌گیری نشت یونی نسبی، ٠/٥ گرم برگ از هر رقم جداگانه وزن و در داخل ویال‌های شیشه‌ای ریخته شدند و ٢٥ میلی‌لیتر آب مقطر به آن‌ها اضافه شد. نمونه‌ها به‌مدت ٢٤ ساعت درون شیکر با دمای ٢٤ درجه سانتی‌گراد و با سرعت ١٢٠ دور در دقیقه قرار داده شدند و پس از ٢٤ ساعت میزان هدایت الکتریکی اولیه (LT)، آن‌ها به‌وسیله دستگاه EC متر دیجیتالی (مدل Metrohm 644) اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها به‌مدت یک ساعت در حمام بن ماری در دمای ١٢٠ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و مجدداً به‌مدت دو ساعت شیکر شدند و میزان هدایت الکتریکی نهایی (L0) آن‌ها اندازه‌گیری شد و در نهایت درصد نشت یونی طبق فرمول ١٠٠×(LT/L0) محاسبه شد (١٤). بعد از محاسبه درصد نشت یونی نسبی برای هر نمونه، میزان آسیب دیدگی غشاء سلولی در نمونه‌های تیمار شده با کلرید سدیم نسبت به نمونه‌های شاهد از طریق رابطه زیر محاسبه شد.

رابطه (٢) $1- [1- (T1/T2)/ 1- (C1/C2)] \times 100$ =درصد آسیب دیدگی

1- Soil moisture equipment corporation

که در این فرمول (T1 و T2) به‌ترتیب هدایت الکتریکی اولیه و نهایی نمونه‌های تیمار شده و (C1 و C2)، به‌ترتیب هدایت الکتریکی اولیه و نهایی نمونه‌های شاهد است (١٤). به‌منظور اندازه‌گیری متغییرهای فلورسانس کلروفیل در هر گیاه، نمونه‌گیری از برگ‌های شاخه اصلی (برگ‌های توسعه یافته از گره‌های ٤ و ٥)، انجام شد. ابتدا گیره‌های دستگاه اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل (مدل، Hansatech Instrument ساخت انگلستان) به برگ‌ها وصل شدند و قسمتی از برگ موردنظر به‌مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی قرار گرفت. سپس با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری فلورسانس، Act.Light به برگ تابیده شد و مقدار F0 و Fm قرائت شدند. مقدار Fv از تفاضل Fm و F0 محاسبه شد (۲). به‌منظور اندازه‌گیری عناصر غذایی، پس از اتمام دوره آزمایش، برگ‌ها و ریشه‌ها جدا شدند و پس از شستشوی دقیق، به‌مدت ٤٨ ساعت در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از خشک شدن برگ‌ها، نمونه‌ها با آسیاب برقی به‌صورت پودر در آورده شدند. پس از تهیه خاکستر از مواد گیاهی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد، عصاره‌گیری با استفاده از ۱۰ میلی‌لیتر کلریدریک اسید ۲ نرمال و آب مقطر و رساندن به حجم ۵۰ میلی‌لیتر انجام شد (۷). در نهایت غلظت سدیم و پتاسیم در عصاره با دستگاه فلیم فتومتر (Jenway, PFP7, England)، اندازه‌گیری شدند (۷). در نهایت، تجزیه و تحلیل داده‌های آماری، با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱)، انجام و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و نرم‌افزار MSTATC صورت گرفت.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده.

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil mixture.

عنوان Title	نماد Symbol	واحد Unit	مقدار Value	عنوان Title	نماد Symbol	واحد Unit	مقدار Value
رطوبت اشباع	S.P	درصد (٪)	39	بافت	Texture	–	لوم loam
رطوبت ظرفیت زراعی	FC	درصد (٪)	27.33	کلسیم محلول	Ca	پی‌پی‌ام (ppm)	1230
رطوبت نقطه پژمردگی	PWP	درصد (٪)	14.8	منیزیم	Mg	پی‌پی‌ام (ppm)	316.2
شوری	EC	دزیمنس بر متر (ds/m)	1.28	کربنات کلسیم معادل	T.N.V	درصد (٪)	13.8
واکنش خاک	pH	–	7.5	مس	Cu	پی‌پی‌ام (ppm)	2.12
نیتروژن	N	درصد (٪)	0.15	روی	Zn	پی‌پی‌ام (ppm)	4.86
کربن آلی	O.C	درصد (٪)	1.49	آهن	Fe	پی‌پی‌ام (ppm)	27.34
فسفر قابل جذب	$P_{avr.}$	پی‌پی‌ام (ppm)	104.9	پتاسیم قابل جذب	$K_{avr.}$	پی‌پی‌ام (ppm)	690
شن	Sand	درصد (٪)	46	منگنز قابل جذب	Mn	پی‌پی‌ام (ppm)	16.26
سیلت	Silt	درصد (٪)	34	سدیم محلول	Na	پی‌پی‌ام (ppm)	93.15
رس	Clay	درصد (٪)	20				

جدول ۲- خصوصیات کیفی آب مورد استفاده پس از ایجاد سطوح شوری موردنظر.

Table 2. Water qualitative characteristics used.

نمونه آب مورد استفاده با سطوح مختلف کلرید سدیم Sample water used with NaCl different levels	شوری ds/m	واکنش آب (pH)	سدیم Na (mg/L)	کلر Cl (mg/L)	کلسیم Ca (mg/L)	منیزیم Mg (mg/L)	بی کربنات Hco_3^- (mg/L)
شاهد (صفر گرم در لیتر) 0 (g/L)	0.5	7.3	22.1	35.5	62	17.1	98
۱/۲ گرم در لیتر 1.2 (g/L)	2.5	7.4	389	664	70	20.5	126
۲/٤ گرم در لیتر 2.4 (g/L)	4.9	7.6	809	1386	79	23.01	137
۳/٦ گرم در لیتر 3.6 (g/L)	7.3	7.7	1231	2113	88	23.6	149
٤/۸ گرم در لیتر 4.8 (g/L)	9.8	7.8	1653	2836	99	25.7	159

جدول ۳- مقادیر شوری و واکنش مخلوط خاکی مورد استفاده در گلدان‌ها پس از اعمال تنش شوری.

Table 3. EC and pH of soil mixture used in pots then perform salinity stress.

نمونه خاک تیمار شده با سطوح مختلف کلرید سدیم Sample treatment soil with NaCl different levels	واکنش خاک (pH)	شوری ds/m
شاهد (صفر گرم در لیتر) 0 (g/L)	1.2	7.4
۱/۲ گرم در لیتر 1.2 (g/L)	3.2	7.55
۲/٤ گرم در لیتر 2.4 (g/L)	5.7	7.65
۳/٦ گرم در لیتر 3.6 (g/L)	8.3	7.8
٤/۸ گرم در لیتر 4.8 (g/L)	10.9	7.9

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، برهمکنش رقم و تیمار شوری بر ارتفاع شاخه، قطر تنه و تعداد برگ، در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ٤). بر اساس نتایج به‌دست آمده (جدول

٤)، با افزایش غلظت شوری در آب آبیاری، میزان ارتفاع نهایی، قطر شاخه و تعداد برگ در تمامی ارقام مورد مطالعه، کاهش یافت. کمترین ارتفاع شاخه، قطر شاخه و تعداد برگ در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر، مشاهده شد. میزان کاهش ارتفاع شاخه، قطر شاخه و تعداد برگ در بین ارقام مورد مطالعه با یکدیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. میزان ارتفاع در رقم‌های خنجری، ایتالیایی، کله قوچی، جندقی، موسی‌آبادی، ابراهیمی، فندوقی ٤٨، سبز پسته توق، احمدآقایی و رضایی زودرس در تیمار ٤/٨ گرم در لیتر شوری، به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت در حالی‌که ارتفاع رقم‌های اکبری، شاه‌پسند و بادامی‌زرند در تیمار ۷/۲ گرم در لیتر شوری و در رقم قزوینی تنها در تیمار شوری ۹/٦ گرم در لیتر شوری، به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافته بود. میزان قطر شاخه اصلی در رقم‌های خنجری، کله قوچی، موسی‌آبادی، فندوقی ٤٨ و رضایی زودرس در تیمار ٤/٨ گرم در لیتر شوری، به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت. کاهش قطر در رقم‌های ایتالیایی، جندقی، ابراهیمی، سبز پسته توق، احمدآقایی، اکبری، شاه‌پسند و بادامی‌زرند در تیمار ۷/۲ گرم در لیتر شوری و در رقم قزوینی تنها در تیمار شوری ۹/٦ گرم در لیتر شوری، به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافته بود. گزارش شده است، مهمترین واکنش گیاهان به افزایش شوری خاک، کاهش آهنگ رشد و کوچک شدن اندازه است (۱۰). ارتفاع بوته به‌شدت به محیط رشد وابسته است. از آن‌جا که پدیده رشد حاصل فعالیت‌های حیاتی در شرایطی است که گیاه باید آب کافی در اختیار داشته باشد، در صورت عدم تأمین آب موردنیاز به‌دلیل کاهش فشار تورژسانس سلول‌های در حال رشد و اثر بر طول سلول‌ها، کاهش ارتفاع رخ می‌دهد (٢٤). تنش اسمزی در مرحله اول تنش شوری موجب کاهش محتوای آب سلول‌ها می‌شود و طویل شدن آن‌ها را با مشکل روبه‌رو می‌کند و حتی پس از ایجاد تعادل اسمزی و تأمین فشار اسمزی مجدد سلول‌ها، گسترش و طویل شدن آن‌ها به کندی صورت می‌گیرد (٢٤).

تعداد برگ در رقم‌های خنجری، ایتالیایی، کله قوچی، جندقی، موسی‌آبادی، فندوقی ٤٨، سبز پسته توق، احمدآقایی و رضایی زودرس در تیمار ٤/٨ گرم در لیتر شوری، به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت در حالی‌که تعداد برگ در رقم‌های ابراهیمی، اکبری، شاه‌پسند و بادامی‌زرند در تیمار ۷/۲ گرم در لیتر شوری و در رقم قزوینی تنها در تیمار شوری ۹/٦ گرم در لیتر شوری، به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافته بود (جدول ٤). گزارش شده است، افزایش سطح

شوری موجب کاهش رشد گیاه پسته می‌گردد و میزان رشد ساقه و برگ با همدیگر سیر کاهشی مشخصی را طی می‌کند (۱۲).

بر اساس نتایج به‌دست آمده (جدول ۵)، با افزایش غلظت شوری در آب آبیاری، درصد برگ‌های سبز، وزن‌تر و خشک برگ در تمامی ارقام مورد مطالعه، کاهش یافت. کمترین درصد برگ‌های سبز و وزن‌تر و خشک برگ در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر، مشاهده شد. میزان کاهش درصد برگ‌های سبز و وزن‌تر و خشک برگ در بین ارقام مورد مطالعه با یک‌دیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. درصد برگ‌های سبز در رقم‌های موسی‌آبادی، ابراهیمی، فندوقی ٤٨، سبز پسته توق و رضایی زودرس در تیمار ٤/٨ گرم در لیتر شوری، به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافت در حالی‌که درصد برگ‌های سبز در رقم‌های جندقی، خنجری، ایتالیایی، کله قوچی، شاه‌پسند، احمدآقایی و بادامی‌زرند در تیمار ۷/۲ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافته بود. درصد برگ‌های سبز در رقم‌های اکبری و قزوینی تنها در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت.

وزن‌تر و خشک برگ در رقم‌های کله قوچی، ایتالیایی، جندقی، فندوقی ٤٨، ابراهیمی، موسی‌آبادی و رضایی زودرس در تیمار ٤/٨ گرم در لیتر شوری و در رقم‌های خنجری، سبز پسته توق، احمدآقایی و بادامی‌زرند در تیمار ۷/۲ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافت در حالی‌که کاهش در وزن‌تر و خشک برگ در رقم‌های اکبری، شاه‌پسند و قزوینی تنها در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر شوری نسبت به گیاهان شاهد، معنی‌دار بود. نتایج به‌دست آمده با نتایج کریمی و همکاران (۲۰۱۱) و مؤمن‌پور و همکاران (۲۰۱۵)، مطابقت داشت (۱۱، ۱۹)

همان‌طور که در جدول ۵، مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت شوری در آب آبیاری، درصد برگ‌های نکروزه و ریزش یافته در تمامی ارقام مورد مطالعه، افزایش یافت. بیشترین درصد برگ‌های نکروزه و ریزش یافته در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر، مشاهده شد. میزان افزایش درصد برگ‌های نکروزه و ریزش یافته در بین ارقام مورد مطالعه با یک‌دیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. درصد برگ‌های نکروزه در رقم‌های ابراهیمی، فندوقی ٤٨، سبز پسته توق و رضایی زودرس در تیمار ٤/٨ گرم در لیتر شوری، به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافت در حالی‌که درصد برگ‌های نکروزه در رقم‌های جندقی، خنجری، ایتالیایی، کله قوچی، موسی‌آبادی و احمدآقایی در تیمار ۷/۲ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافته بود. درصد برگ‌های نکروزه در رقم‌های

اکبری، قزوینی شاه‌پسند و بادامی‌زرند تنها در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافت.

همچنین درصد برگ‌های ریزش یافته در رقم‌های جندقی، خنجری، کله قوچی، موسی‌آبادی، ابراهیمی، سبز پسته توق، رضایی زودرس و احمدآقایی در تیمار ۷/۲ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافت در حالی‌که درصد برگ‌های ریزش یافته در رقم‌های ایتالیایی، فندوقی ٤٨، شاه‌پسند و بادامی‌زرند تنها در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافته بود. میزان افزایش در درصد برگ‌های ریزش یافته در رقم‌های اکبری، قزوینی نسبت به گیاهان شاهد، معنی‌دار نبود. میزان حساسیت گیاهان نسبت به شوری، حتی در مورد گیاهی چون پسته که به‌عنوان گیاه مقاوم به شوری شناخته شده است، علاوه‌بر آن که در مورد ارقام مختلف در یک گروه متفاوت است، به‌طور کامل وابسته به غلظت یون‌های مولد شوری است (۲۲).

جدول ٤- اثر تیمار شوری بر ارتفاع شاخه، قطر تنه، تعداد و درصد برگ‌های سبز در ١٤ رقم پسته.

Table 4. Effect salinity on diameter and height of branch, number and percentage of green leaves in fourteen pistachio cultivars.

ژنوتیپ Genotype	سطوح شوری Salinity (ds m^{-1})	تعداد برگ سبز No. of green leaf	برگ‌های سبز Green Leaves (%)	قطر شاخه اصلی Branch diameter (Mm)	ارتفاع شاخه اصلی Branch height (cm)	ژنوتیپ Genotype	سطوح شوری Salinity (ds m^{-1})	تعداد برگ‌های سبز No. of green leaves	برگ‌های سبز Green Leaves (%)	قطر شاخه اصلی Branch diameter (Mm)	ارتفاع شاخه اصلی Branch height (cm)
Pr > F	-	<0001	<0001	<0001	<0001	Pr > F	-	<0001	<0001	<0001	<0001
	0.5	27.33 $^{h-n}$	100.00 ^{a}	8.38 ^{a}	32.50 $^{f-g}$		0.5	29.33 $^{f-h}$	100.00 ^{a}	6.07 $^{p-r}$	33.67 ^{ef}
خنجری	4.9	25.00 $^{n-r}$	100.00 ^{a}	8.38 ^{a}	31.47 $^{g-j}$	ابراهیمی	4.9	28.77 $^{f-i}$	100.00 ^{a}	6.08 $^{p-r}$	33.55 ^{ef}
Khanjari	9.8	22.55 $^{s-v}$	97.02 $^{a-d}$	8.07 ^{b}	28.67 $^{k-n}$	Ebrahimi	9.8	27.44 $^{g-k}$	91.85 $^{d-h}$	5.75 $^{p-u}$	31.26 $^{h-j}$
	14.75	20.00 $^{t-w}$	76.21 $^{m-o}$	7.57 ^{cd}	25.55 ^{rs}		14.75	23.67 $^{q-u}$	84.68 $^{i-k}$	5.44 $^{u-x}$	26.56 $^{n-q}$
	19.8	16.33 $^{x-z}$	51.41 ^{q}	6.94 $^{f-h}$	21.31 ^{wx}		19.8	19.33 $^{u-w}$	62.98 ^{p}	5.17 ^{wxy}	22.15 $^{s-v}$
	0.5	24.67 $^{o-s}$	100.00 ^{a}	7.53 ^{cd}	25.05 ^{rs}		0.5	25.00 $^{n-r}$	100.00 ^{a}	6.73 $^{h-j}$	29.32 $^{k-m}$
اکبری	4.9	22.89 $^{s-u}$	100.00 ^{a}	5.55 ^{cd}	24.38 $^{s-u}$	بادامی زرند	4.9	24.67 $^{o-s}$	100.00 a	6.69 $^{h-j}$	29.35 $^{k-m}$
Akbari	9.8	22.11 $^{s-v}$	100.00 ^{a}	7.31 ^{de}	23.55 $^{s-v}$	Badami Zarand	9.8	23.33 $^{q-u}$	97.39 $^{a-c}$	6.56 $^{j-l}$	27.40 $^{m-q}$
	14.75	18.45 $^{u-y}$	96.86 $^{a-d}$	7.14 $^{e-g}$	22.67 $^{t-y}$		14.75	21.44 $^{t-v}$	93.00 $^{e-h}$	6.25 $^{m-p}$	24.51 $^{r-t}$
	19.8	16.45 $^{x-z}$	89.43 $^{g-i}$	6.65 $^{h-j}$	20.18 ^{wy}		19.8	17.78 $^{v-y}$	83.71 $^{j-l}$	5.80 $^{p-u}$	21.19 ^{wx}
	0.5	27.23 $^{h-n}$	100.00 ^{a}	5.82 $^{p-u}$	22.57 $^{t-w}$		0.5	35.00 ^{d}	100.00 ^{a}	6.62 ^{ij}	36.53 ^{d}
قزوینی	4.9	27.07 $^{i-m}$	100.00 ^{a}	5.81 $^{p-u}$	22.55 $^{t-w}$	فندوقی ٤٨	4.9	34.33 ^{d}	100.00 ^{a}	6.53 $^{j-m}$	36.23 ^{d}
Ghazvini	9.8	26.52 $^{j-o}$	99.55 ^{a}	5.70 $^{s-w}$	21.67 $^{u-x}$	Fandoghi 48	9.8	31.11 ^{ef}	94.55 $^{b-e}$	6.30 $^{k-o}$	33.17 $^{e-g}$
	14.75	25.77 $^{m-r}$	97.72 $^{a-c}$	5.46 $^{u-x}$	20.7 ^{wy}		14.75	26.77 $^{j-o}$	87.96 $^{h-j}$	5.90 $^{q-s}$	29.34 $^{k-m}$
	19.8	23.81 $^{q-u}$	90.88 $^{e-h}$	5.02 ^{xy}	18.11 ^{yz}		19.8	21.11 $^{t-w}$	75.97 ^{o}	5.67 $^{s-w}$	23.45 $^{s-v}$
	0.5	31.67 ^{e}	100.00 ^{a}	6.71 $^{h-j}$	33.00 $^{e-h}$		0.5	32.00 ^{e}	100.00 ^{a}	6.43 $^{j-n}$	28.22 $^{l-o}$
ایتالیایی	4.9	31.06 ^{ef}	100.00 ^{a}	6.74 $^{h-j}$	32.30 $^{f-h}$	سبزپسته توق	4.9	31.67 ^{e}	100.00 ^{a}	6.44 $^{j-n}$	27.73 $^{m-p}$
Italiaie	9.8	29.22 $^{f-i}$	98.85 ^{ab}	6.53 $^{j-m}$	30.17 $^{i-k}$	Sabs Pestch Togh	9.8	28.00 $^{g-k}$	93.78 $^{b-g}$	6.13 $^{n-p}$	25.70 $^{p-r}$
	14.75	25.22 $^{n-r}$	90.72 $^{e-h}$	6.15 $^{n-q}$	26.43 $^{o-r}$		14.75	24.33 $^{p-t}$	83.08 $^{h-j}$	5.73 $^{s-w}$	22.91 $^{s-v}$
	19.8	22.33 $^{q-u}$	84.88 $^{i-k}$	5.60 $^{t-x}$	22.71 $^{t-w}$		19.8	20.11 $^{t-w}$	67.29 ^{no}	5.33 $^{u-x}$	21.01 ^{wx}
	0.5	27.00 $^{i-n}$	100.00 ^{a}	6.63 $^{f-h}$	32.09 $^{f-h}$		0.5	30.00 $^{e-g}$	100.00 ^{a}	5.71 $^{s-w}$	23.11 $^{s-w}$
کله قوچی	4.9	26.85 $^{i-n}$	10000 ^{a}	6.59 ^{jk}	31.87 $^{f-i}$	احمدآقایی	4.9	27.88 $^{g-k}$	100.00 ^{a}	5.67 $^{s-w}$	21.33 ^{wx}
Kaleh Ghochi	9.8	23.44 $^{q-u}$	97.66 $^{a-c}$	6.28 $^{l-p}$	28.87 $^{k-n}$	Ahmad Aghaie	9.8	25.00 $^{n-s}$	95.55 $^{a-e}$	5.35 $^{u-x}$	18.33 ^{yz}
	14.75	19.33 $^{u-w}$	89.60 $^{f-i}$	5.78 $^{p-u}$	25.43 ^{rs}		14.75	22.11 $^{s-v}$	82.32 ^{kl}	5.11 ^{xy}	17.21 ^{z}
	19.8	15.33 ^{yz}	72.92 ^{o}	5.25 wx	20.28 ^{xy}		19.8	19.04 $^{u-x}$	72.01 ^{o}	4.73 ^{yz}	16.22 $^{a/}$
	0.5	27.89 $^{g-j}$	100.00 ^{a}	6.05 $^{p-r}$	23.56 $^{s-v}$		0.5	30.67 $^{e-g}$	100.00 ^{a}	5.81 $^{p-u}$	34.63 ^{e}
جندقی	4.9	27.11 $^{i-m}$	100.00 ^{a}	6.04 $^{p-r}$	23.45 $^{s-w}$	رضایی زودرس	4.9	29.22 $^{f-h}$	100.00 ^{a}	5.50 $^{u-x}$	32.22 $^{e-h}$
Jandaghi	9.8	25.33 $^{n-r}$	95.80 $^{a-e}$	5.97 $^{q-s}$	21.03 ^{wx}	Rezaie Zodres	9.8	25.77 $^{m-r}$	91.76 $^{d-h}$	5.17 ^{w}	28.11 $^{m-p}$
	14.75	20.67 $^{t-w}$	80.96 $^{k-m}$	5.33 $^{u-x}$	18.73 ^{yz}		14.75	20.55 $^{t-w}$	75.51 ^{no}	5.05 ^{xy}	23.46 $^{s-v}$
	19.8	15.44 ^{yz}	64.71 ^{p}	4.81 ^{yz}	16.45 $^{a/}$		19.8	16.00 ^{yz}	53.48 ^{q}	4.49 $^{za/}$	17.95 ^{yz}
	0.5	32.00 ^{e}	100.00 ^{a}	5.78 $^{p-u}$	30.00 $^{j-l}$		0.5	45.00 ^{a}	100.00 ^{a}	7.77 ^{c}	47.51 ^{a}
موسی‌آبادی	4.9	30.44 ^{ef}	100.00 ^{a}	5.61 $^{s-w}$	29.48 $^{k-m}$	شاه‌پسند	4.9	43.67 ^{a}	100.00 ^{a}	7.65 ^{c}	47.07 ^{a}
Mousa Abadi	9.8	26.88 $^{i-n}$	93.80 $^{b-e}$	5.33 ^{wx}	26.65 $^{n-r}$	Shahpasand	9.8	41.67 ^{ab}	98.55 ^{ab}	7.52 ^{cd}	45.01 ^{ab}
	14.75	22.11 $^{s-v}$	78.71 $^{l-n}$	5.12 ^{xy}	21.75 $^{u-x}$		14.75	39.11 ^{c}	93.89 $^{b-g}$	7.21 ^{ef}	42.19 ^{c}
	19.8	15.00 ^{z}	52.47 ^{q}	4.57 ^{z}	14.90 $^{b/}$		19.8	35.33 ^{d}	83.01 $^{j-l}$	6.90 $^{g-i}$	37.01 ^{d}

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ١ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۵- اثر تیمار شوری بر درصد برگ‌های نکروزه و ریزش یافته و وزن تر و خشک برگ در ١٤ رقم پسته.

Table 5. Effect salinity on leaves downfall and necrosis percentage and leaves fresh and dry weight in fourteen pistachio cultivars.

ژنوتیپ Genotype	سطوح شوری Salinity ($ds\ m^{-1}$)	وزن خشک برگ Leaf dry weight (gr)	وزن تر برگ Leaf fresh weight (gr)	برگ‌های ریزش یافته Downfall leaves (%)	برگ‌های نکروزه Necrosis leaves (%)	ژنوتیپ Genotype	سطوح شوری Salinity ($ds\ m^{-1}$)	وزن خشک برگ Leaf dry weight (gr)	وزن تر برگ Leaf fresh weight (gr)	برگ‌های ریزش یافته Downfall leaves (%)	برگ‌های نکروزه Necrosis leaves (%)
Pr > F	-	<0001	<0001	<0001	<0001	Pr > F	-	<0001	<0001	<0001	<0001
	0.5	2.77 d-f	6.28 ef	0.00 l	0.00 q		0.5	1.94 p-s	4.52 m-o	0.00 l	00.00 q
خنجری	4.9	2.77 d-f	6.30 ef	0.00 l	0.00 q	ابراهیمی	4.9	1.87 r-t	4.32 o-p	0.00 l	00.00 q
Khanjari	9.8	2.67 fg	6.05 fg	0.00 l	2.98 n-q	Ebrahimi	9.8	1.61 t-u	3.61 q-t	3.82 g-l	5.33 j-o
	14.75	2.54 g-i	5.71 h	11.72 d	16.07 de		14.75	1.22 xy	2.70 u-x	5.02 f-k	9.29 f-h
	19.8	2.47 h-k	5.04 k-m	19.24 b	29.35 a		19.8	0.71 z	1.50 yz	15.05 c	21.96 b
	0.5	1.73 s-u	3.67 q-t	0.00 l	0.00 q		0.5	2.47 h-k	5.25 i-k	0.00 l	0.00 q
اکبری	4.9	1.61 t-u	3.41 r-u	0.00 l	0.00 q	بادامی زرند	4.9	2.43 h-k	5.15 jk	0.00 l	0.00 q
Akbari	9.8	1.48 u-x	3.16 s-v	0.00 l	0.00 q	Badami Zarand	9.8	2.29 k-o	4.91 k-m	0.00 l	2.61 n-q
	14.75	1.43 v-x	2.95 t-w	0.00 l	3.14 m-q		14.75	2.08 o-r	4.28 o-p	3.50 h-l	3.50 m-q
	19.8	1.34 w-y	2.69 u-x	0.00 l	10.57 f-h		19.8	1.71 s-u	3.41 r-u	5.64 f-i	10.65 f-h
	0.5	2.45 h-l	5.44 h-j	0.00 l	0.00 q		0.5	3.11 c	7.03 d	0.00 l	0.00 q
قزوینی	4.9	2.44 h-l	5.41 h-j	0.00 l	0.00 q	فندوقی ٤٨	4.9	3.06 c	6.87 d	0.00 l	0.00 q
Ghazvini	9.8	2.40 h-l	5.30 i-k	0.00 l	0.45 q	Fandoghi 48	9.8	2.73 ef	6.07 fg	0.00 l	5.45 l-p
	14.75	2.31 k-o	5.02 j-l	0.00 l	3.28 m-q		14.75	2.29 k-m	4.98 k-m	3.74 g-l	8.28 g-k
	19.8	2.25 m-p	4.76 l-n	0.00 l	9.12 g-i		19.8	1.73 s-u	3.67 q-t	18.15 bc	15.88 de
	0.5	2.52 h-j	5.70 h	0.00 l	0.00 q		0.5	2.34 j-n	4.99 k-m	0.00 l	0.00 a
ایتالیایی	4.9	2.54 h-j	5.75 gh	0.00 l	0.00 q	سبزپسته توق	4.9	2.35 j-n	4.99 k-m	0.00 l	0.00 a
Italiaie	9.8	2.30 k-o	5.14 j-l	0.00 l	1.15 pq	Sabs Pesteh Togh	9.8	2.29 k-o	4.76 mn	1.11 j-l	5.01 k-p
	14.75	1.98 o-s	4.38 o-p	3.78 g-l	5.50 i-n		14.75	2.13 o-r	4.33 o-p	6.88 e-h	10.04 f-h
	19.8	1.73 s-u	3.77 q-t	5.13 f-j	8.99 g-j		19.8	1.98 o-s	3.96 p-s	14.46 cd	18.25 cd
	0.5	2.36 h-m	5.13 i-k	0.00 l	0.00 q		0.5	1.89 p-u	3.85 p-s	0.00 l	0.00 q
کله قوچی	4.9	2.37 h-m	5.13 i-k	0.00 l	0.00 q	احمدآقایی	4.9	1.87 p-t	3.68 q-t	0.00 l	0.00 q
Kaleh Ghochi	9.8	2.01 o-s	4.29 o-p	1.19 kl	1.15 pq	Ahmad Aghaie	9.8	1.78 st	3.48 r-u	0.50 l	3.95 l-q
	14.75	1.58 t-u	3.32 r-u	4.91 f-k	5.49 i-n		14.75	1.66 t-v	3.18 t-v	6.56 e-h	11.12 fg
	19.8	1.18 yz	2.43 v-y	17.10 bc	9.98 f-h		19.8	1.42 v-x	2.66 u-x	11.37 d	16.62 de
	0.5	2.92 cd	6.41 e	0.00 l	0.00 q		0.5	2.27 k-m	4.52 m-o	0.00 l	0.00 q
جندقی	4.9	2.89 c-e	6.32 ef	0.00 l	0.00 q	رضایی زودرس	4.9	2.25 k-m	4.45 m-o	0.00 l	0.00 q
Jandaghi	9.8	2.55 gh	5.53 hi	1.87 i-l	2.33 n-q	Rezaie Zodres	9.8	2.15 m-p	4.21 p-s	1.31 j-l	6.93 h-m
	14.75	1.95 p-t	4.13 p-r	11.54 d	7.50 g-l		14.75	1.85 r-t	3.56 q-t	9.31 de	15.18 de
	19.8	1.41 v-x	2.90 t-w	17.74 bc	17.55 cd		19.8	1.58 t-u	2.97 t-w	27.41 a	29.11 a
	0.5	1.83 r-t	4.07 p-r	0.00 l	00.00 q		0.5	4.34 a	8.36 a	0.00 l	0.00 q
موسی‌آبادی	4.9	1.91 p-t	3.99 p-s	0.00 l	00.00 q	شاه‌پسند	4.9	4.34 a	8.32 a	0.00 l	0.00 q
Mousa Abadi	9.8	1.51 u-x	3.22 s-u	2.65 i-l	3.55 m-q	Shahpasand	9.8	4.29 a	8.17 ab	0.00 l	1.45 o-q
	14.75	1.18 yz	2.43 v-y	8.15 d-f	13.04 ef		14.75	4.23 a	7.93 b	3.06 h-l	3.05 m-q
	19.8	0.72 z	1.42 z	27.06 a	20.47 bc		19.8	4.02 b	7.41 c	7.54 e-g	9.45 f-h

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

بر اساس نتایج به دست آمده (جدول ٦)، با افزایش غلظت شوری در آب آبیاری، وزن‌تر و خشک شاخه و ریشه در تمامی ارقام مورد مطالعه، کاهش یافت. کمترین وزن‌تر و خشک شاخه و ریشه در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر، مشاهده شد. کاهش در وزن‌تر و خشک شاخه و ریشه در بین ارقام مورد مطالعه با یک‌دیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. وزن‌تر و خشک شاخه در رقم‌های فندوقی ٤٨ و رضایی زودرس و وزن‌تر شاخه در رقم موسی‌آبادی در تیمار ٤/٨ گرم در لیتر شوری و وزن‌تر و خشک شاخه در رقم‌های خنجری، جندقی، موسی‌آبادی، کله قوچی، ایتالیایی، ابراهیمی، سبز پسته توق و بادامی‌زرند و وزن‌تر شاخه در رقم احمدآقایی، در تیمار ۷/۲ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت. در رقم‌های اکبری، شاه‌پسند و قزوینی وزن‌تر شاخه تنها در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافته بود. کاهش در وزن خشک شاخه در این ارقام نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار نبود. وزن‌تر ریشه در رقم‌های خنجری، موسی‌آبادی، فندوقی ٤٨، سبز پسته توق و رضایی زودرس در تیمار ۷/۲ گرم در لیتر شوری و در رقم‌های اکبری، جندقی، کله قوچی، ایتالیایی، ابراهیمی، بادامی‌زرند، احمدآقایی و شاه‌پسند تنها در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافته بود. میزان کاهش در وزن‌تر ریشه در رقم قزوینی نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار نبود. همچنین وزن خشک ریشه تنها در رقم‌های موسی‌آبادی و رضایی زودرس و در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافته بود و میزان کاهش در وزن خشک ریشه در سایر ارقام مطالعه شده نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار نبود. نتایج به دست آمده از این تحقیق با نتایج کریمی و همکاران، (۲۰۰۹) و مومن پور و همکاران (۲۰۱۵)، مطابقت داشت (۲۰، ۱۲).

همان‌طور که در جدول ٦ مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت شوری در آب آبیاری، میزان فلورسانس حداقل (F0)، در تمامی ارقام مورد مطالعه، افزایش یافت. بیشترین میزان فلورسانس حداقل (F0)، در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر، مشاهده شد. افزایش در محتوی فلورسانس حداقل (F0)، در بین ارقام مورد مطالعه با یک‌دیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. میزان فلورسانس حداقل (F0)، در رقم‌های خنجری، ایتالیایی، کله قوچی، جندقی، موسی‌آبادی، ابراهیمی، سبز پسته توق، فندوقی ٤٨، احمدآقایی، رضایی زودرس و شاه‌پسند در تیمار ٤/٨ گرم در لیتر شوری و در رقم‌های قزوینی، اکبری و بادامی‌زرند در تیمار ۷/۲ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافت. در مجموع بیشترین میزان فلورسانس حداقل (F0)، در رقم خنجری (١٦٣/١١) و پس از آن در رقم

موسی‌آبادی (۱۵۱/۰۰) و در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر شوری، مشاهده شد. گزارش شده است که شوری باعث تخریب ساختار کلروپلاست‌ها، کاهش میزان کلروفیل و عدم پایداری ترکیب‌های رنگیزه-پروتئین می‌شود (۱۰).

بر اساس نتایج به‌دست آمده (جدول ٦)، با افزایش غلظت شوری در آب آبیاری، میزان فلورسانس حداکثر (Fm) و فلورسانس متغیر (Fv)، در تمامی ارقام مورد مطالعه، کاهش یافت. کمترین میزان فلورسانس حداکثر (Fm) و فلورسانس متغیر (Fv)، در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر، مشاهده شد. کاهش در محتوی میزان فلورسانس حداکثر (Fm) و فلورسانس متغیر (Fv)، در بین ارقام مورد مطالعه با یک‌دیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. محتوی میزان فلورسانس حداکثر (Fm) و فلورسانس متغیر (Fv)، در رقم‌های جندقی، موسی‌آبادی و رضایی زودرس در سطح ۲/٤ گرم در لیتر شوری و در رقم‌های خنجری، ایتالیایی، کله قوچی، ابراهیمی، سبز پسته توق، فندوقی ٤۸ و احمدآقایی در تیمار ٤/۸ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافت. همچنین میزان فلورسانس حداکثر (Fm)، در رقم‌های شاه‌پسند و بادامی‌زرند و محتوی فلورسانس متغیر (Fv)، در رقم‌های بادامی‌زرند و اکبری در سطح شوری ۷/۲ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافته بود. محتوی فلورسانس حداکثر (Fm) و فلورسانس متغیر (Fv)، در رقم قزوینی و میزان فلورسانس حداکثر (Fm)، در رقم اکبری و محتوی فلورسانس متغیر (Fv)، در رقم شاه پسند تنها در سطح شوری ۹/۸ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافته بود. در مجموع کمترین میزان فلورسانس حداکثر (Fm) در رقم‌های جندقی و موسی‌آبادی به‌ترتیب به میزان (۳۸۰/٦۷ و ۳۸۷/٦۷) و کمترین محتوی فلورسانس متغیر (Fv)، در رقم رضایی زودرس (۲۱۷/٤٤) و در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر شوری، مشاهده شد. نتایج به‌دست آمده با نتایج مؤمن‌پور و همکاران (۲۰۱۵)، مطابقت داشت (۲۱). در این تحقیق، شوری آب آبیاری در ۵ سطح ۰، ۱/۲، ۲/٤، ۳/٦ و ٤/۸ گرم در لیتر نمک کلرید سدیم (به‌ترتیب برابر با هدایت الکتریکی ۰/۵، ۲/۵، ٤/۹، ۷/۳ و ۹/۸ دسی زیمنس بر) بر صفات فتوسنتزی ۱۰ ژنوتیپ بادام پیوند شده روی پایه GF_{677} بررسی و گزارش شد، تنش حاصل از اعمال تیمار کلرید سدیم روی گیاهان، از طریق افزایش میزان فلورسانس حداقل و کاهش میزان فلورسانس حداکثر، باعث کاهش فلورسانس متغیر در گیاهان شده و نسبت فلورسانس متغیر به فلورسانس حداکثر (حداکثر کارآیی کوآنتومی فتوسیستم II) را از ۰/۸۳ در گیاهان شاهد به

۰/۷۲ در برگ‌های بالایی در پایه GF_{677} و رقم سهند پیوند شده روی این پایه و ۰/۷۰ در برگ‌های پایینی کاهش داد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ٦)، نشان داد، با افزایش غلظت شوری در آب آبیاری، نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm)، در تمامی ارقام مورد مطالعه، کاهش یافت. کمترین نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm)، در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر، مشاهده شد. کاهش در نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm)، در بین ارقام مورد مطالعه با یک‌دیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm)، در گیاهان شاهد بررسی شده در حدود ۰/۸۲ تا ۰/۸٤ بود که نشان‌دهنده وجود شرایط محیطی مطلوب و فاقد تنش برای رشد تمامی ژنوتیپ‌ها در کل دوره آزمایشی بود. در بسیاری از گونه‌های گیاهی زمانی‌که Fv/Fm در حد ۰/۸۳ باشد، به‌این مفهوم است که تنشی برگیاه وارد نشده است و بنابراین مقادیر کمتر، حاکی از وجود تنش در گیاهان است (۱۷). نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm)، در رقم‌های موسی‌آبادی و رضایی زودرس در تیمار ۲/٤ گرم در لیتر شوری و در رقم‌های خنجری، ایتالیایی، کله قوچی، جندقی، ابراهیمی، سبز پسته توق، فندوقی ٤۸ و احمدآقایی در تیمار ٤/۸ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافت. همچنین نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm)، در رقم‌های شاه‌پسند، اکبری و بادامی‌زرند در تیمار ۷/۲ گرم در لیتر شوری و در رقم قزوینی تنها در سطح شوری ۹/٦ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافته بود. در مجموع کمترین نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm)، در رقم رضایی زودرس (۰/۵۹)، و پس از آن در رقم موسی‌آبادی (۰/٦۱) و در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر شوری، مشاهده شد.

به‌طور کلی نتایج حاصل از بررسی میزان فلورسانس حداقل (F0)، فلورسانس حداکثر (Fm)، فلورسانس متغیر (Fv) و نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm)، در ارقام مورد مطالعه تحت شرایط تنش شوری نشان داد که بیشترین میزان تنش به رقم‌های موسی‌آبادی و رضایی زودرس و کمترین میزان تنش به رقم قزوینی و پس از آن به رقم‌های اکبری و شاه پسند، وارد شده است. در مجموع، کمترین میزان فلورسانس حداکثر (Fm)، در رقم‌های جندقی و موسی‌آبادی به‌ترتیب به‌میزان (۳۸۰/٦۷ و ۳۸۷/٦۷) و کمترین محتوی فلورسانس متغیر (Fv)، در رقم رضایی زودرس (۲۱۷/٤٤) و کمترین نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm)، در رقم رضایی زودرس (۰/۵۹)، و پس از آن در رقم موسی‌آبادی (۰/٦۱) و در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر شوری، مشاهده شد.

نتایج نشان دادند (جدول ۷)، با افزایش غلظت شوری در آب آبیاری، نسبت وزن‌تر و خشک ریشه به وزن‌تر و خشک اندام هوایی در تمامی ارقام مورد مطالعه، افزایش یافت. بیشترین نسبت وزن‌تر و خشک ریشه به وزن‌تر و خشک اندام هوایی در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر، مشاهده شد. میزان افزایش در نسبت وزن‌تر و خشک ریشه به وزن‌تر و خشک اندام هوایی در بین ارقام مورد مطالعه با یک‌دیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. نسبت وزن‌تر و خشک ریشه به وزن‌تر و خشک اندام هوایی در رقم‌های موسی‌آبادی و ابراهیمی در تیمار ۷/۲ گرم در لیتر شوری و در رقم‌های ایتالیایی، کله قوچی، جندقی، بادامی‌زرند و فندوقی ٤٨ در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافته بود. میزان افزایش نسبت وزن‌تر و خشک ریشه به وزن‌تر و خشک اندام هوایی در رقم‌های خنجری، قزوینی، اکبری، شاه‌پسند، سبز پسته توق، رضایی زودرس و احمدآقایی نسبت به گیاهان شاهد، معنی‌دار نبود. این نتایج با نتایج چن و همکاران (۱۹۹۹)، مطابقت داشت (۳). در شرایط تنش شوری، رشد ریشه معمولاً کمتر از رشد ساقه تحت تأثیر قرار می‌گیرد، بنابراین نسبت ریشه به ساقه زیاد می‌شود در شرایط تنش شوری، میزان فتوسنتز در گیاهان به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد که منتج به کاهش در ماده‌سازی و میزان رشد اندام هوایی می‌شود و در نتیجه باعث تغییر نسبت ریشه به اندام‌های هوایی می‌شود (۳).

همان‌طور که از جدول ۷، مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت شوری در آب آبیاری، محتوی کلروفیل a، b و کل در تمامی ارقام مورد مطالعه، کاهش یافت. کمترین محتوی کلروفیل a، b و کل در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر، مشاهده شد. محتوی کلروفیل a، b و کل در بین ارقام مورد مطالعه با یک‌دیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. محتوی کلروفیل a و b در رقم‌های جندقی، موسی‌آبادی، رضایی زودرس و محتوی کلروفیل b در رقم‌های ایتالیایی، ابراهیمی، فندوقی ٤٨، سبز پسته توق و احمدآقایی در تیمار ٤/٨ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافت. همچنین محتوی کلروفیل a و b در رقم‌های اکبری، خنجری، کله قوچی، بادامی‌زرند و شاه‌پسند و محتوی کلروفیل a در رقم‌های ایتالیایی، ابراهیمی، فندوقی ٤٨، سبز پسته توق و احمدآقایی در تیمار ۷/۲ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافته بود. محتوی کلروفیل a و b در رقم قزوینی تنها در سطح شوری ۹/٦ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافته بود. این نتایج حاکی از آن است که میزان کلروفیل b به مقدار بیشتری از کلروفیل a تحت شرایط تنش شوری کاهش می‌یابد این نتایج با یافته‌های دژم‌پور و همکاران (۲۰۱۲)، مطابقت داشت (٤). این

محققین اثر تنش شوری کلرید سدیم را بر میزان کلروفیل‌های a، b و کل در برخی از پایه‌های جنس پرونوس، بررسی و گزارش کردند که میزان کلروفیل‌های b و کل، تحت شرایط تنش شوری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، اما میزان کاهش کلروفیل a، در این گیاهان معنی‌دار نبود (۳).

بر اساس نتایج به‌دست آمده (جدول ۷)، محتوی کلروفیل کل در رقم‌های خنجری، ایتالیایی، جندقی، موسی‌آبادی، ابراهیمی، فندوقی ٤٨، سبز پسته توق، احمدآقایی و رضایی زودرس در تیمار ٤/٨ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافت. همچنین محتوی کلروفیل کل در رقم‌های اکبری، کله قوچی، بادامی‌زرند و شاه‌پسند در تیمار ۷/۲ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافته بود. محتوی کلروفیل کل در رقم قزوینی تنها در سطح شوری ۹/٦ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافته بود. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق با نتایج مؤمن‌پور و همکاران (۲۰۱۵)، کریمی و همکاران (۲۰۱۱ و ۲۰۰۹)، مطابقت داشت (۲۱، ۱۲، ۱۱).

جدول ٦- اثر تیمار شوری بر وزن تر شاخه و ریشه، فلورسانس حداقل (F0)، فلورسانس حداکثر (Fm) و نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm) در ١٤ رقم پسته.

Table 6. Effect salinity on root and btanch fresh and dry weight and F0, Fm ans Fv/Fm in fourteen pistachio cultivars.

ژنوتیپ Genotype	سطوح شوری Salinity (ds m^{-1})	نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm)	فلورسانس حداکثر (Fm)	فلورسانس حداقل (F0)	وزن تر ریشه Root fresh weight (gr)	وزن تر شاخه Branch fresh weight (gr)	ژنوتیپ Genotype	سطوح شوری Salinity (ds m^{-1})	نسبت فلورسانس متغیر به حداکثر (Fv/Fm)	فلورسانس حداکثر (Fm)	فلورسانس حداقل (FO)	وزن تر ریشه Root fresh weight (gr)	وزن تر شاخه Branch fresh weight (gr)
Pr > F	-	<0001	<0001	<0001	<0001	<0001	Pr > F	-	<0001	<0001	<0001	<0001	<0001
	0.5	0.82 bc	603.67 b-d	107.22 r-u	8.12 i-l	4.42 g-i		0.5	0.83 ab	608.11 bc	104.55 t-v	7.51 n-p	5.05 e-g
خنجری	4.9	0.82 bc	606.44 b-d	110.67 o-r	8.13 h-l	4.38 g-j	ابراهیمی	4.9	0.83 ab	609.67 a-c	105.44 t-v	7.49 n-q	5.04 e-g
Khanjari	9.8	0.80 de	586.00 ef	116.55 k-m	7.75 l-o	4.16 h-m	Ebrahimi	9.8	0.80 de	586.44 ef	114.44 m-p	7.32 o-q	4.41 f-j
	14.75	0.74 jk	540.33 k-m	139.88 e	6.69 rs	3.69 j-s		14.75	0.77 gh	539.67 k-m	123.67 i	7.04 p-r	3.50 m-t
	19.8	0.65 q	467.77 r	163.11 a	6.14 tu	3.01 r-z		19.8	0.73 kl	512.44 n	140.67 e	6.69 rs	2.68 w-a'
	0.5	0.83 ab	625.44 a	106.11 s-u	8.58 f-i	3.25 o-x		0.5	0.82 bc	602.44 cd	105.55 s-u	8.80 c-g	5.57 de
اکبری	4.9	0.82 bc	617.67 a-c	109.77 p-s	8.51 f-j	3.17 o-x	بادامی زرند	4.9	0.82 bc	606.33 a-c	106.55 s-u	8.73 d-g	5.54 de
Akbari	9.8	0.82 bc	614.11 a-c	110.55 o-s	8.01 j-n	2.99 s-z	Badami Zarand	9.8	0.81 cd	597.11 df	108.55 q-t	8.65 c-h	5.10 ef
	14.75	0.78 fg	607.11 b-d	134.22 fg	7.95 j-n	2.76 u-a'		14.75	0.77 gh	542.55 j-m	124.44 i	8.32 g-k	4.41 g-j
	19.8	0.75 ij	555.44 h-k	141.33 e	7.79 l-o	2.28 a'-c'		19.8	0.73 kl	512.67 n	137.44 ef	8.06 i-m	3.64 k-s
	0.5	0.82 bc	602.44 cd	106.11 s-u	9.46 ab	3.44 n-v		0.5	0.84 a	585.44 f	95.11 x-z	7.62 l-o	7.71 ab
قزوینی	4.9	0.82 bc	602.55 cd	108.67 q-t	9.42 ab	3.38 o-w	فندوقی ٤٨	4.9	0.83 ab	585.48 f	98.11 wx	7.58 m-o	7.60 ab
Ghazvini	9.8	0.81 cd	591.00 d-f	109.77 o-s	9.35 ab	3.18 o-x	Fandoghi 48	9.8	0.79 ef	579.00 f	118.89 j-m	7.30 o-q	6.81 c
	14.75	0.80 c-e	578.33 d-g	118.67 j-m	9.29 a-c	2.66 v-a'		14.75	0.73 kl	491.44 o-q	131.55 gh	6.99 q-s	5.78 d
	19.8	0.76 hi	538.11 lm	129.33 h	9.15 a-e	2.42 y-b'		19.8	0.64 r	404.55 uv	147.33 d	6.50 st	4.36 g-j
	0.5	0.83 ab	600.77 c-e	101.22 vw	9.60 a	4.35 g-k		0.5	0.83 ab	562.00 gh	95.67 xy	6.02 t-v	3.81 i-p
ایتالیایی	4.9	0.83 ab	604.22 b-d	103.77 t-v	9.58 a	4.23 h-l	سبزپسته توق	4.9	0.82 bc	539.00 lm	97.77 wx	5.99 uv	3.74 i-r
Italiaie	9.8	0.81 cd	576.44 fg	112.00 n-q	9.41 ab	3.89 h-o	Sabs Pestch Togh	9.8	0.76 hi	470.89 r	110.88 o-r	5.71 u-w	3.21 o-x
	14.75	0.78 fg	532.11 m	117.11 k-m	9.19 a-d	3.30 o-x		14.75	0.72 l	427.11 t	118.55 j-l	5.38 w-z	2.61 x-a'
	19.8	0.73 l	488.67 o-q	133.55 fg	8.96 b-f	2.72 v-a'		19.8	0.67 o	409.11 u	134.00 fg	4.95 y-a'	2.14 a'-c'
	0.5	0.83 ab	538.44 lm	93.22 yz	5.46 w-y	3.21 o-x		0.5	0.83 ab	610.33 a-c	106.44 s-u	5.72 u-w	3.83 i-p
کله قوچی	4.9	0.82 bc	542.88 j-m	93.33 yz	5.46 w-y	3.12 p-y	احمدآقایی	4.9	0.82 bc	603.22 cd	111.22 o-r	5.73 u-w	3.76 i-q
Kaleh Ghochi	9.8	0.80 de	529.88 m	106.44 s-u	5.41 w-z	2.74 v-a'	Ahmad Aghaie	9.8	0.78 fg	543.89 i-m	117.11 k-m	5.61 v-x	3.55 l-t
	14.75	0.76 hi	489.00 o-q	119.55 i-k	5.20 w-a'	2.23 a'-c'		14.75	0.75 ij	510.33 n	130.00 gh	5.47 w-y	3.35 o-w
	19.8	0.69 m	444.11 s	137.00 ef	4.90 z-b'	1.62 c'		19.8	0.67 o	469.89 r	153.33 b	5.02 y-a'	2.85 t-z
	0.5	0.83 ab	580.33 f	100.67 vw	5.24 w-a'	3.49 m-u		0.5	0.84 a	562.89 gh	92.67 yz	4.56 b'-d'	4.56 f-h
جندقی	4.9	0.82 bc	557.00 h-j	101.44 vw	5.22 w-a'	3.42 n-v	رضایی زودرس	4.9	0.82 bc	538.55 k-m	95.67 xy	4.41 b'-d'	4.46 f-i
Jandaghi	9.8	0.77 gh	479.88 p-r	110.33 p-s	5.01 y-b'	2.90 t-z	Rezaie Zodres	9.8	0.76 hi	467.77 r	105.33 t-v	4.28 d'	4.13 i-n
	14.75	0.73 l	417.33 tu	113.89 m-p	4.78 a'-c'	2.34 z-b'		14.75	0.68 n	391.00 vu	123.55 i	3.98 e'	3.78 i-q
	19.8	0.66p	380.67 w	129.44 h	4.28 d'	1.81 b'		19.8	0.59 t	365.22 x	147.77 cd	3.53 f'	3.05 q-z
	0.5	0.84 a	551.78 h-l	91.00 z	5.16 w-a'	3.30 o-w		0.5	0.83 ab	531.00 m	86.67 a'	9.44 ab	8.01 a
موسی آبادی	4.9	0.82 bc	530.00 m	94.00 x-z	5.08 y-a'	3.18 o-w	شاه‌پسند	4.9	0.83 ab	530.88 m	88.00 a'	9.43 ab	7.98 a
Mousa Abadi	9.8	0.79 ef	495.22 op	104.55 t-v	4.97 y-b'	2.46 x- a'	Shahpasand	9.8	0.82 bc	527.44 mn	95.11 x-z	9.21 a-d	7.83 ab
	14.75	0.73 kl	447.22 s	122.44 ij	4.53 b'-d'	1.96 a'- d'		14.75	0.79 ef	499.67 op	105.77 s-u	8.98 b-f	7.49 ab
	19.8	0.61 s	387.67 w	151.00 bc	4.13 d'e'	1.16 d'		19.8	0.75 ij	461.00 r	115.00 l-o	8.53 f-i	7.18 bc

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۷- اثر تیمار شوری بر نسبت وزن تر و خشک ریشه به وزن تر و خشک اندام هوایی و محتوی کلروفیل‌های a، b و در ۱۴ رقم پسته.

Table 6. Effect salinity on ratio root fresh and dry weight to aerial organ fresh and dry weight and content of a, b and total chlorophyls in fourteen pistachio cultivars.

ژنوتیپ Genotype	سطوح شوری Salinity ($ds\ m^{-1}$)	کلروفیل کل Total chlorophyl (mg/g)	کلروفیل b Chlorophyl b (mg/g)	کلروفیل a Chlorophyl b (mg/g)	نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام هوایی Ratio root dry weight to aerial organ dry weight	نسبت وزن تر ریشه به وزن تر اندام هوایی Ratio root fresh weight to aerial organ fresh weight
Pr > F	-	<0001	<0001	<0001	<0001	<0001
خنجری Khanjari	0.5	1.13 $^{k-n}$	0.36 $^{g-j}$	0.77 ^{g}	0.65 $^{m-v}$	0.76 $^{o-y}$
	4.9	1.11 ^{mn}	0.36 $^{g-j}$	0.75 $^{g-i}$	0.65 $^{m-v}$	۷٦٠ $^{o-y}$
	9.8	1.06 $^{p-r}$	0.34 $^{i-l}$	0.72 $^{i-k}$	0.67 $^{m-u}$	0.78 $^{n-x}$
	14.75	0.88 ^{w}	0.31 $^{l-o}$	0.57 ^{s}	0.69 $^{m-u}$	0.81 $^{m-u}$
	19.8	0.59 $^{a'}$	0.22 ^{t}	0.37 ^{wx}	0.73 $^{k-s}$	0.88 $^{l-r}$
اکبری Akbari	0.5	1.45 ^{c}	0.51 ^{a}	0.95 ^{c}	0.99 $^{c-j}$	1.24 $^{c-f}$
	4.9	1.45 ^{c}	0.52 ^{a}	0.94 ^{c}	1.03 $^{c-h}$	1.28 $^{c-e}$
	9.8	1.40 ^{cd}	0.51 ^{a}	0.89 ^{cd}	1.03 $^{c-h}$	1.28 $^{c-e}$
	14.75	1.23 ^{f}	0.46 ^{cd}	0.77 ^{g}	1.04 $^{c-g}$	1.31 $^{c-e}$
	19.8	1.05 $^{q-s}$	0.38 $^{e-h}$	0.67 $^{m-o}$	1.11 ^{cd}	1.42 $^{a-c}$
قزوینی Ghazvini	0.5	1.20 ^{fg}	0.46 ^{cd}	0.74 $^{h-j}$	0.91 $^{d-l}$	1.06 $^{e-n}$
	4.9	1.21 ^{fg}	0.47 ^{cd}	0.74 $^{h-j}$	0.91 $^{d-l}$	1.07 $^{e-n}$
	9.8	1.17 ^{g}	0.45 ^{cd}	0.72 ^{jk}	0.94 $^{d-k}$	1.10 $^{e-k}$
	14.75	1.14 $^{g-m}$	0.43 ^{d}	0.71 $^{j-l}$	1.03 $^{c-h}$	1.21 $^{c-g}$
	19.8	0.97 ^{t}	0.35 $^{h-k}$	0.62 ^{tr}	1.09 $^{c-e}$	1.28 $^{c-e}$
ایتالیایی Italiaie	0.5	1.10 $^{m-o}$	0.36 $^{g-j}$	0.74 $^{h-j}$	0.82 $^{g-n}$	0.96 $^{g-p}$
	4.9	1.09 $^{n-p}$	0.36 $^{g-j}$	0.73 ^{ij}	0.83 $^{g-n}$	0.96 $^{g-p}$
	9.8	1.04 $^{q-s}$	0.32 $^{k-n}$	0.72 ^{jk}	0.85 $^{f-n}$	0.99 $^{f-o}$
	14.75	0.91 ^{v}	0.26 ^{qr}	0.65 ^{op}	1.02 $^{c-i}$	1.19 $^{e-h}$
	19.8	0.70 ^{z}	0.20 ^{t}	0.50 ^{u}	1.20 ^{bc}	1.37 $^{b-d}$
کله قوچی Kaleh Ghochi	0.5	1.07 $^{o-q}$	0.38 $^{e-h}$	0.69 ^{lm}	0.56 $^{p-w}$	0.65 $^{r-y}$
	4.9	1.06 $^{p-r}$	0.37 $^{f-i}$	0.69 ^{lm}	0.57 $^{o-w}$	0.67 $^{q-y}$
	9.8	1.03 $^{q-t}$	0.37 $^{f-i}$	0.66 $^{m-o}$	0.66 $^{m-u}$	0.77 $^{o-y}$
	14.75	0.80 ^{x}	0.31 $^{l-o}$	0.49 ^{uv}	0.80 $^{h-p}$	0.93 $^{h-q}$
	19.8	0.60 $^{a'}$	0.22 ^{t}	0.38 ^{wx}	1.03 $^{c-h}$	1.21 $^{c-g}$
جندقی Jandaghi	0.5	1.04 $^{q-s}$	0.36 $^{g-j}$	0.69 ^{lm}	0.46 $^{u-w}$	0.53 $^{v-y}$
	4.9	1.04 $^{q-s}$	0.36 $^{g-j}$	0.68 $^{l-n}$	0.47 $^{t-w}$	0.54 $^{u-y}$
	9.8	0.95 ^{tu}	0.32 $^{k-n}$	0.63 ^{pq}	0.52 $^{r-w}$	0.59 $^{t-y}$
	14.75	0.74 ^{y}	0.26 ^{qr}	0.48 ^{uv}	0.65 $^{m-v}$	0.74 $^{n-y}$
	19.8	0.53 $^{b'}$	0.17 ^{u}	0.36 ^{x}	0.79 $^{i-p}$	0.91 $^{l-r}$
موسی‌آبادی Mousa Abadi	0.5	1.05 $^{q-s}$	0.36 $^{g-j}$	0.69 ^{lm}	0.63 $^{n-w}$	0.70 $^{p-y}$
	4.9	1.04 $^{q-s}$	0.36 $^{g-j}$	0.68 $^{l-n}$	0.63 $^{n-w}$	0.71 $^{p-y}$
	9.8	0.95 ^{tu}	0.30 $^{m-p}$	0.63 ^{pq}	0.75 $^{k-r}$	0.84 $^{k-t}$
	14.75	0.72 ^{yz}	0.23 st	0.49 ^{uv}	0.95 $^{d-k}$	1.08 $^{e-l}$
	19.8	0.48 $^{c'}$	0.15 ^{u}	0.33 ^{y}	1.39 ^{ab}	1.60 ^{ab}
ژنوتیپ Genotype	سطوح شوری Salinity ($ds\ m^{-1}$)	کلروفیل کل Total chlorophyl (mg/g)	کلروفیل b Chlorophyl b (mg/g)	کلروفیل a Chlorophyl b (mg/g)	نسبت وزن خشک ریشه به وزن خشک اندام هوایی Ratio root dry weight to aerial organ dry weight	نسبت وزن تر ریشه به وزن تر اندام هوایی Ratio root fresh weight to aerial organ fresh weight
Pr > F	-	<0001	<0001	<0001	<0001	<0001
ابراهیمی Ebrahimi	0.5	1.20 $^{f-h}$	0.45 ^{cd}	0.74 $^{h-j}$	0.76 $^{j-q}$	0.79 $^{n-w}$
	4.9	1.19 $^{g-i}$	0.45 ^{cd}	0.74 $^{h-j}$	0.77 $^{j-p}$	0.80 $^{n-v}$
	9.8	1.12 $^{l-n}$	0.42 $^{e-g}$	0.70 $^{j-l}$	0.87 $^{e-m}$	0.91 $^{l-r}$
	14.75	0.95 ^{tu}	0.35 $^{h-k}$	0.60 ^{r}	1.07 $^{e-f}$	1.13 $^{d-j}$
	19.8	0.74 ^{y}	0.27 $^{p-r}$	0.47 ^{v}	1.47 ^{a}	1.61 ^{a}
بادامی زرند Badami Zarand	0.5	1.15 $^{j-l}$	0.38 $^{e-h}$	0.77 ^{g}	0.78 $^{j-p}$	0.81 $^{m-u}$
	4.9	1.15 $^{j-l}$	0.39 $^{e-g}$	0.76 ^{gh}	0.78 $^{j-p}$	0.82 $^{l-t}$
	9.8	1.10 $^{l-p}$	0.37 $^{f-i}$	0.73 ^{ij}	0.84 $^{g-n}$	0.87 $^{j-s}$
	14.75	0.93 ^{uv}	0.30 $^{m-p}$	0.63 ^{pq}	0.92 $^{d-l}$	0.96 $^{g-p}$
	19.8	0.73 ^{yz}	0.20 ^{t}	0.53 ^{t}	1.09 $^{c-e}$	1.14 $^{d-i}$
فندوقی ٤٨ Fandoghi 48	0.5	1.23 ^{f}	0.41 ^{e}	0.83 ^{e}	0.41 ^{w}	0.51 ^{xy}
	4.9	1.23 ^{f}	0.40 ^{ef}	0.83 ^{e}	0.42 ^{vw}	0.52 $^{w-y}$
	9.8	1.16 $^{h-j}$	0.36 $^{f-i}$	0.80 ^{ef}	0.46 $^{u-w}$	0.57 $^{t-v}$
	14.75	1.02 ^{s}	0.32 $^{k-n}$	0.70 $^{j-l}$	0.52 $^{r-w}$	0.65 $^{r-y}$
	19.8	0.73 ^{yz}	0.25 ^{rs}	0.49 ^{uv}	0.65 $^{m-v}$	0.82 $^{l-t}$
سبزپسته توق Sabs Pesteh Togh	0.5	1.19 $^{g-i}$	0.44 ^{d}	0.74 $^{h-j}$	0.69 $^{l-u}$	0.68 $^{q-y}$
	4.9	1.16 $^{i-k}$	0.44 ^{d}	0.73 $^{i-j}$	0.70 $^{l-t}$	0.69 $^{p-y}$
	9.8	1.05 $^{q-s}$	0.35 $^{h-k}$	0.70 $^{j-l}$	0.73 $^{k-s}$	0.71 $^{p-y}$
	14.75	0.81 ^{x}	0.28 $^{o-q}$	0.53 ^{t}	0.78 $^{j-p}$	0.78 $^{o-x}$
	19.8	0.58 $^{a'}$	0.21 ^{t}	0.36 ^{x}	0.82 $^{g-n}$	0.81 $^{m-u}$
احمدآقایی Ahmad Aghaie	0.5	1.04 $^{q-s}$	0.37 $^{f-i}$	0.67 $^{m-u}$	0.76 $^{j-q}$	0.75 $^{o-y}$
	4.9	1.02 ^{s}	0.35 $^{h-k}$	0.67 $^{m-u}$	0.79 $^{i-p}$	0.77 $^{o-y}$
	9.8	0.97 ^{t}	0.32 $^{k-n}$	0.64 $^{o-q}$	0.82 $^{g-n}$	0.80 $^{m-v}$
	14.75	0.83 ^{x}	0.29 $^{n-q}$	0.53 ^{t}	0.86 $^{f-n}$	0.84 $^{k-t}$
	19.8	0.62 $^{a'}$	0.23 st	0.39 ^{w}	0.91 $^{d-l}$	0.91 $^{l-r}$
رضایی زودرس Rezaie Zodres	0.5	1.12 $^{l-n}$	0.36 $^{g-j}$	0.76 ^{gh}	0.49 $^{t-w}$	0.50 ^{y}
	4.9	1.11 ^{mn}	0.37 $^{f-i}$	0.75 $^{g-i}$	0.50 $^{s-w}$	0.50 ^{y}
	9.8	1.02 ^{s}	0.32 $^{k-n}$	0.70 $^{j-l}$	0.51 $^{s-w}$	0.51 ^{xy}
	14.75	0.86 ^{w}	0.29 $^{n-q}$	0.57 ^{s}	0.53 $^{q-w}$	0.54 $^{u-y}$
	19.8	0.58 $^{a'}$	0.21 ^{t}	0.37 ^{wx}	0.58 $^{o-w}$	0.59 $^{t-y}$
شاهپسند Shahpasand	0.5	1.54 ^{a}	0.50 ^{ab}	1.04 ^{a}	0.47 $^{t-w}$	0.57 $^{t-y}$
	4.9	1.54 ^{a}	0.50 ^{ab}	1.03 ^{ab}	0.48 $^{t-w}$	0.58 $^{t-y}$
	9.8	1.50 ^{ab}	0.48 ^{bc}	1.02 ^{ab}	0.48 $^{t-w}$	0.58 $^{t-y}$
	14.75	1.33 ^{c}	0.40 ^{ef}	0.93 ^{c}	0.49 $^{t-w}$	0.59 $^{t-y}$
	19.8	1.10 $^{m-o}$	0.29 $^{n-q}$	0.81 ^{ef}	0.50 $^{s-w}$	0.60 $^{s-y}$

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

همان‌طور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت شوری در آب آبیاری، محتوی شاخص کلروفیل در تمامی ارقام مورد مطالعه، کاهش یافت. کمترین محتوی شاخص کلروفیل در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر، مشاهده شد. میزان شاخص کلروفیل در بین ارقام مورد مطالعه با یک‌دیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. محتوی شاخص کلروفیل در رقم‌های خنجری، جندقی، موسی‌آبادی، ایتالیایی، ابراهیمی، فندوقی ٤٨، سبز پسته توق، رضایی زودرس و احمدآقایی در تیمار ٤/٨ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافت. همچنین محتوی شاخص کلروفیل در رقم‌های اکبری، کله قوچی، بادامی‌زرند و شاه‌پسند در تیمار ۷/۲ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافته بود. محتوی شاخص کلروفیل در رقم قزوینی تنها در سطح شوری ۹/٦ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافته بود. گزارش شده است، شوری باعث تخریب ساختار کلروپلاست‌ها، کاهش میزان کلروفیل و عدم پایداری ترکیب‌های رنگیزه- پروتئین می‌شود (۱۰).

بر اساس نتایج به‌دست آمده (جدول ۸)، با افزایش غلظت شوری در آب آبیاری، محتوی رطوبت نسبی در تمامی ارقام مورد مطالعه، کاهش یافت. کاهش در محتوی رطوبت نسبی در بین ارقام مورد مطالعه با یک‌دیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. محتوی رطوبت نسبی در رقم‌های موسی‌آبادی، سبز پسته توق و رضایی زودرس در تیمار ٤/٨ گرم در لیتر شوری و در رقم‌های خنجری، جندقی، ایتالیایی، کله قوچی، ابراهیمی، فندوقی ٤٨ و احمدآقایی در تیمار ۷/۲ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافته بود. همچنین محتوی رطوبت نسبی در رقم‌های اکبری، بادامی‌زرند، قزوینی و شاه‌پسند تنها در سطح شوری ۹/٦ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافته بود. نتایج نشان می‌دهد که تنظیم محتوای آب برگ در شرایط شور، بخشی از فرآیند تحمل به‌شمار می‌آید، چرا که محتوای آب و املاح با کمک هم میزان فشار آماس را مشخص می‌کنند (۹). به‌عنوان یک قاعده کلی به‌نظر می‌رسد، گیاهانی که در شرایط شور سریع‌تر به حالت تعدیل اسمزی می‌رسند، با محیط اطراف خود سریع‌تر سازگار شده و با جذب بهتر آب می‌توانند مقدار نسبی آب را در حد مطلوب حفظ کنند (۹).

بر اساس نتایج به‌دست آمده (جدول ۸) با افزایش غلظت شوری در آب آبیاری، درصد نشت یونی نسبی و درصد آسیب به غشاء سلولی در تمامی ارقام مورد مطالعه، افزایش یافت. بیشترین درصد نشت یونی نسبی و درصد آسیب به غشاء سلولی در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر، مشاهده شد. درصد نشت

یونی نسبی و درصد آسیب به غشاء سلولی در بین ارقام مورد مطالعه با یک‌دیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. درصد نشت یونی نسبی در رقم موسی‌آبادی در تیمار ٤/٨ گرم در لیتر شوری و در رقم‌های خنجری، جندقی، ایتالیایی، سبز پسته توق، رضایی زودرس فندوقی ٤٨ و احمدآقایی در تیمار ٧/٢ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافته بود. همچنین درصد نشت یونی نسبی در رقم‌های کله قوچی، ابراهیمی، اکبری، بادامی‌زرند و شاه‌پسند تنها در سطح شوری ٩/٦ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافته بود. میزان افزایش درصد نشت یونی نسبی در رقم قزوینی در هیچ یک از سطوح شوری نسبت به گیاهان شاهد، معنی‌دار نبود. بیشترین درصد آسیب به غشاء سلولی در تیمار ٩/٦ گرم در لیتر، مشاهده شد. درصد آسیب به غشاء سلولی در بین ارقام مورد مطالعه با یک‌دیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. بیشترین درصد آسیب به غشاء سلولی در رقم موسی‌آبادی (٥٤/٨٣ درصد) و در سطح شوری ٩/٦ گرم در لیتر شوری، مشاهده شد. همچنین نتایج نشان داد که درصد آسیب به غشاء سلولی در رقم قزوینی در دو سطح شوری ٧/٢ و ٩/٦ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری از سایر ارقام مطالعه شده، کمتر بود. این نتایج با نتایج دکستر و همکاران (١٩٣٢ و ١٩٣٠)، مطابقت داشت (٥، ٦). یکی راه‌های پی بردن به میزان آسیب به غشاهای سلولی، استفاده از اندازه‌گیری نشت یونی نسبی می‌باشد. ثبت میزان نشت یونی نسبی، تخمین خسارت بافت‌ها را امکان‌پذیر می‌کند. این روش برای اولین بار توسط دکستر و همکاران (١٩٣٢ و ١٩٣٠)، به‌منظور بررسی مقاومت به سرما در گیاهان به‌کار برده شد و در طی زمان به‌منظور سنجش آسیب غشاء سلولی نسبت به سایر تنش‌های محیطی از جمله تنش شوری به‌کار برده شد (٣).

جدول ۸- اثر تیمار شوری بر شاخص کلروفیل، محتوی رطوبت نسبی، درصد نشت یونی نسبی و آسیب غشاء سلولی در ۱۴ رقم پسته.

Table 6. Effect salinity on SPAD, relative water content, relative ionic leakage and cell membrane injury in fourteen pistachio cultivars.

ژنوتیپ Genotype	سطوح شوری Salinity ($ds\ m^{-1}$)	آسیب غشاء سلولی Cell membrane injury (%)	نشت یونی نسبی Relative ionic leakage (%)	محتوی رطوبت نسبی Relative water content (%)	شاخص کلروفیل SPAD	ژنوتیپ Genotype	سطوح شوری Salinity ($ds\ m^{-1}$)	آسیب غشاء سلولی Cell membrane Injury (%)	نشت یونی نسبی Relative ionic leakage (%)	محتوی رطوبت نسبی Relative water content (%)	شاخص کلروفیل SPAD
Pr > F	-	<0001	<0001	<0001	<0001	Pr > F	-	<0001	<0001	<0001	<0001
	0.5	-	37.70 $^{m-o}$	85.25 ^{a}	57.58 $^{f-h}$		0.5	-	40.04 $^{k-o}$	81.51 ^{b}	55.21 $^{g-l}$
خنجری	4.9	2.98 $^{w-y}$	39.14 $^{k-o}$	84.16 ^{ab}	56.62 $^{g-j}$	ابراهیمی	4.9	4.88 $^{u-w}$	42.77 $^{j-o}$	80.40 ^{bc}	54.97 $^{h-l}$
Khanjari	9.8	8.09 ^{tu}	44.34 $^{i-o}$	81.31 ^{b}	53.60 $^{i-l}$	Ebrahimi	9.8	12.92 $^{q-s}$	46.57 $^{f-o}$	78.49 ^{bc}	49.97 ^{no}
	14.75	23.09 $^{k-m}$	51.75 $^{d-k}$	77.60 ^{c}	48.55 $^{o-q}$		14.75	18.34 $^{n-p}$	49.90 $^{d-l}$	76.34 ^{cd}	45.51 $^{r-t}$
	19.8	46.47 ^{b}	64.42 $^{a-c}$	70.36 ^{f}	40.00 ^{yz}		19.8	27.70 ^{hi}	56.65 $^{b-h}$	69.95 ^{fg}	40.27 $^{x-z}$
	0.5	-	38.05 $^{j-o}$	85.08 ^{a}	61.27 ^{cd}		0.5	-	35.90 ^{no}	80.56 ^{bc}	54.86 $^{h-l}$
اکبری	4.9	0.83 ^{xy}	38.41 $^{l-o}$	84.52 ^{ab}	61.40 ^{cd}	بادامی زرند	4.9	2.36 $^{w-y}$	37.60 $^{l-o}$	79.41 ^{bc}	54.80 $^{i-l}$
Akbari	9.8	5.27 $^{u-w}$	42.30 $^{j-o}$	82.90 ^{ab}	60.15 $^{c-e}$	Badami Zarand	9.8	6.96 $^{t-v}$	41.66 $^{j-o}$	78.13 ^{c}	52.89 ^{lm}
	14.75	16.37 $^{o-q}$	45.96 $^{g-o}$	82.08 ^{ab}	56.97 $^{g-i}$		14.75	14.18 ^{qr}	45.00 $^{h-o}$	76.38 ^{cd}	49.39 $^{n-p}$
	19.8	27.83 ^{hi}	50.09 $^{d-k}$	80.22 ^{b}	53.70 $^{k-m}$		19.8	21.21 $^{l-n}$	49.51 $^{d-l}$	73.2 ^{le}	45.55 $^{r-t}$
	0.5	-	35.62 ^{o}	83.19 ^{ab}	55.17 $^{g-l}$		0.5	-	41.44 $^{j-o}$	82.51 ^{ab}	56.88 $^{g-i}$
قزوینی	4.9	0.42 ^{y}	36.59 $^{m-o}$	82.98 ^{ab}	54.67 $^{i-l}$	فندوقی ٤٨	4.9	4.18 $^{v-y}$	43.52 $^{j-o}$	81.64 ^{b}	56.00 $^{g-k}$
Ghazvini	9.8	2.67 $^{x-y}$	38.37 $^{l-o}$	81.58 ^{b}	54.04 $^{j-m}$	Fandoghi 48	9.8	10.24 st	47.33 $^{f-o}$	79.22 ^{bc}	51.67 ^{mn}
	14.75	5.89 $^{u-w}$	39.73 $^{k-o}$	80.88 ^{b}	51.98 $^{l-n}$		14.75	26.48 $^{i-k}$	56.86 $^{b-h}$	75.25 ^{d}	47.22 $^{p-r}$
	19.8	16.17 $^{o-q}$	45.50 $^{g-o}$	78.95 ^{bc}	49.78 ^{no}		19.8	41.04 ^{ed}	65.40 ^{ab}	69.12 ^{fg}	40.00 ^{yz}
	0.5	-	40.85 $^{j-o}$	84.43 ^{ab}	49.95 ^{no}		0.5	-	41.06 $^{j-o}$	81.34 ^{b}	50.36 ^{no}
ایتالیایی	4.9	0.75 ^{xy}	40.88 $^{j-o}$	84.21 ^{ab}	50.02 ^{no}	سبزپسته توق	4.9	5.35 $^{u-w}$	44.64 $^{h-o}$	79.60 ^{bc}	46.93 $^{o-r}$
Italiaie	9.8	12.16 ^{rs}	47.75 $^{e-n}$	81.51 ^{b}	45.17 $^{r-u}$	Sabs Pesteh Togh	9.8	14.57 ^{qr}	50.94 $^{d-k}$	77.18 ^{cd}	46.77 $^{q-s}$
	14.75	22.24 ^{lm}	52.75 $^{c-i}$	78.40 ^{c}	43.95 $^{t-w}$		14.75	28.48 ^{hi}	57.93 $^{b-g}$	73.67 ^{e}	42.47 $^{v-y}$
	19.8	33.65 $^{j-l}$	60.54 $^{a-d}$	74.06 ^{de}	40.41 $^{x-z}$		19.8	42.89 ^{c}	66.20 ^{ab}	66.49 ^{gi}	36.92 $^{a/}$
	0.5	-	39.43 $^{k-o}$	83.41 ^{ab}	45.17 $^{r-u}$		0.5	-	39.50 $^{k-o}$	85.02 ^{a}	46.48 $^{q-t}$
کله قوچی	4.9	3.89 $^{v-y}$	40.81 $^{k-o}$	82.41 ^{ab}	43.95 $^{t-w}$	احمدآقایی	4.9	3.27 $^{v-y}$	41.35 $^{j-o}$	84.39 ^{ab}	44.15 $^{s-v}$
Kaleh Ghochi	9.8	11.97 ^{rs}	43.67 $^{j-o}$	81.45 ^{b}	41.50 $^{u-z}$	Ahmad Aghaie	9.8	9.63 st	44.05 $^{i-o}$	83.26 ^{ab}	41.37 $^{w-z}$
	14.75	21.88 $^{l-n}$	48.89 $^{d-l}$	78.35 ^{c}	36.24 $^{a/}$		14.75	19.71 $^{m-o}$	50.30 $^{d-j}$	80.1 ^{b}	36.60 $^{a/}$
	19.8	38.43 ^{de}	59.29 $^{b-f}$	73.59 ^{e}	31.47 $^{b/}$		19.8	35.57 ^{ef}	60.11 $^{a-e}$	75.38 ^{d}	31.23 $^{b/}$
	0.5	-	37.68 $^{m-o}$	82.57 ^{ab}	42.77 $^{u-x}$		0.5	-	40.12 $^{k-o}$	81.05 ^{b}	57.72 $^{e-g}$
جندقی	4.9	3.06 $^{w-y}$	38.85 $^{l-o}$	81.45 ^{b}	42.77 $^{u-x}$	رضایی زودرس	4.9	2.18 $^{w-y}$	40.97 $^{j-o}$	80.50 ^{bc}	56.01 $^{g-k}$
Jandaghi	9.8	10.47 st	45.53 $^{h-o}$	79.35 ^{bc}	38.54 ^{yz}	Rezaie Zodres	9.8	10.48 st	48.81 $^{d-l}$	77.17 ^{cd}	53.25 ^{lm}
	14.75	18.68 $^{n-p}$	55.70 $^{b-i}$	74.67 ^{de}	35.45 $^{a/}$		14.75	26.78 ^{ij}	55.85 $^{b-i}$	74.34 ^{de}	48.56 $^{o-q}$
	19.8	31.21 ^{gh}	66.61 ^{ab}	67.38 ^{g}	27.83 $^{c/}$		19.8	47.45 ^{b}	68.31 ^{ab}	66.95 ^{gi}	40.24 $^{x-z}$
	0.5	-	37.59 $^{l-o}$	80.42 ^{b}	42.40 $^{v-y}$		0.5	-	39.92 $^{k-o}$	79.83 ^{bc}	65.52 ^{a}
موسی‌آبادی	4.9	4.47 $^{u-x}$	39.39 $^{k-o}$	79.53 ^{bc}	42.65 $^{u-y}$	شاه‌پسند	4.9	3.61 $^{v-y}$	40.43 $^{k-o}$	79.49 ^{bc}	64.52 ^{ab}
Mousa Abadi	9.8	18.68 $^{n-p}$	49.41 $^{d-k}$	75.55 ^{d}	38.11 $^{z-a/}$	Shahpasand	9.8	5.98 $^{u-w}$	42.63 $^{j-o}$	78.89 ^{bc}	62.57 $^{a-e}$
	14.75	33.47 ^{fg}	57.80 $^{b-g}$	70.52 ^{f}	32.33 $^{b/}$		14.75	15.32 $^{p-r}$	46.68 $^{f-o}$	77.15 ^{c}	59.98 $^{d-f}$
	19.8	54.83 ^{a}	71.34 ^{a}	64.17 ^{i}	22.60 $^{d/}$		19.8	27.77 ^{hi}	53.23 $^{e-j}$	74.41 ^{de}	55.35 $^{g-l}$

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

همان‌طور که در جدول ۹، مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت شوری در آب آبیاری، درصد سدیم در برگ و ریشه تمامی ارقام مورد مطالعه، افزایش یافت. بیشترین درصد سدیم در برگ و ریشه در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر، مشاهده شد. درصد سدیم در برگ و ریشه در بین ارقام مورد مطالعه با یک‌دیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. درصد سدیم در برگ و ریشه در رقم‌های موسی‌آبادی، فندوقی ٤٨ و رضایی زودرس و درصد سدیم در ریشه رقم‌های جندقی و احمدآقایی در تیمار ٤/٨ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافت. همچنین درصد سدیم در برگ و ریشه رقم‌های خنجری، ایتالیایی، اکبری، کله قوچی، ابراهیمی، سبز پسته توق و شاه‌پسند و درصد سدیم در برگ رقم‌های جندقی و احمدآقایی و درصد سدیم ریشه رقم بادامی‌زرند در تیمار ۷/۲ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافته بود. درصد سدیم در برگ و ریشه رقم قزوینی و درصد سدیم در برگ رقم بادامی‌زرند تنها در سطح شوری ۹/٦ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافته بود. در تحقیقات انجام شده روی گیاهان مختلف تحت شرایط تنش شوری نشان داده شده است که سدیم، باعث عدم تعادل اسمزی، تخریب غشاهای سلولی، کاهش رشد، جلوگیری از تقسیم و بزرگ‌شدن سلول‌ها می‌شود، ولی پتاسیم در حفظ تعادل اسمزی، باز و بسته شدن روزنه‌ها و فعال‌سازی تعدادی از آنزیم‌ها نظیر پیروات‌کیناز مؤثر می‌باشد (۲۹، ۳۰). همچنین نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که درصد سدیم در ریشه تمامی ارقام مطالعه شده بیشتر از درصد سدیم در برگ آن‌ها بود. در رقم‌های جندقی و احمدآقایی، درصد سدیم ریشه در تیمار ٤/٨ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافته بود در حالی‌که درصد سدیم در برگ این دو رقم در سطح شوری ۷/۲ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافته بود. همچنین درصد سدیم ریشه در رقم بادامی‌زرند در تیمار ۷/۲ گرم در لیتر شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافته بود در حالی‌که درصد سدیم در برگ این رقم در سطح شوری ۹/٦ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، افزایش یافته بود. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق با نتایج کریمی و همکاران (۲۰۱۱)، مطابقت داشت (۱۱).

بر طبق نتایج به‌دست آمده (جدول ۹)، با افزایش غلظت شوری در آب آبیاری، ابتدا درصد پتاسیم در برگ و ریشه تمامی ارقام مورد مطالعه، افزایش و سپس با افزایش بیشتر سطوح شوری، درصد پتاسیم در برگ و ریشه تمامی ارقام مورد مطالعه کاهش یافت. کمترین درصد پتاسیم در برگ و ریشه در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر، مشاهده شد. درصد پتاسیم در برگ و ریشه در بین ارقام مورد مطالعه در

سطوح مختلف شوری با یک‌دیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. درصد پتاسیم در برگ و ریشه رقم‌های اکبری، ابراهیمی، بادامی‌زرند، قزوینی و شاه پسند با افزایش سطح شوری تا ۷/۲ گرم در لیتر ابتدا به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و سپس با افزایش بیشتر سطوح شوری، درصد پتاسیم در برگ و ریشه آن‌ها کاهش یافت که مقدار کاهش پتاسیم در برگ و ریشه این ارقام معنی‌دار نبود. در حالی‌که درصد پتاسیم در برگ و ریشه رقم‌های ایتالیایی، کله قوچی، فندوقی ٤٨، جندقی و احمدآقایی با افزایش سطح شوری تا ٤/٨ گرم در لیتر ابتدا به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و سپس با افزایش بیشتر سطوح شوری، درصد پتاسیم در برگ و ریشه آن‌ها کاهش یافت که مقدار کاهش پتاسیم در برگ و ریشه این ارقام در سطح شوری ۹/٦ گرم در لیتر، نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار بود. در رقم رضایی زودرس، درصد پتاسیم برگ و ریشه تنها با افزایش شوری تا سطح ۲/٤ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. سپس با افزایش بیشتر سطوح شوری، درصد پتاسیم در برگ و ریشه این رقم کاهش یافت که مقدار کاهش پتاسیم در دو سطح شوری ۷/۲ و ۹/٦ گرم در لیتر، نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار بود. یافته‌های حاصل از این بخش با نتایج مؤمن‌پور و همکاران (۲۰۱۵)، اسکریبا و همکاران (۲۰۰۸ و ۲۰۰۹) مطابقت داشت (۱۹، ۲۹، ۳۰). برخی گیاهان توانایی این را دارند که سیتوپلاسم سلول‌های خود را از کاهش شدید مقادیر پتاسیم محافظت کرده و از واکوئل‌ها به‌عنوان مخزنی برای بافر کردن یون پتاسیم بهره ببرند. در همین رابطه گیاهان متحمل توانایی آن را دارند که مقادیر پتاسیم سیتوسولی خود را در حضور کلرید سدیم بهتر حفظ نمایند (۲۸).

جدول ۹- اثر تیمار شوری بر محتوی سدیم و پتاسیم برگ و ریشه در ۱٤ رقم پسته.

Table 6. Effect salinity on root and leaf K and Na content in fourteen pistachio cultivars.

ژنوتیپ Genotype	سطوح شوری Salinity ($ds\ m^{-1}$)	پتاسیم ریشه Root K	پتاسیم برگ Leaf K	سدیم ریشه Root Na	سدیم برگ Leaf Na	ژنوتیپ Genotype	سطوح شوری Salinity ($ds\ m^{-1}$)	پتاسیم ریشه Root K	پتاسیم برگ Leaf K	سدیم ریشه Root Na	سدیم برگ Leaf Na
Pr > F	-	<0001	<0001	<0001	<0001	Pr > F	-	<0001	<0001	<0001	<0001
	0.5	.0.60 z-a/	1.35 k-m	0.55 s-y	0.43 q-v		0.5	0.68 w-z	1.26 k-q	0.46 w-y	0.39 t-v
خنجری	4.9	0.76 p-w	1.44 d-i	0.59 q-y	0.46 q-v	ابراهیمی	4.9	0.77 o-v	1.37 h-l	0.48 v-y	0.41 s-v
Khanjari	9.8	0.73 q-y	1.56 c-f	0.70 o-x	0.64 m-r	Ebrahimi	9.8	0.82 l-t	1.48 d-h	0.53 t-y	0.45 q-v
	14.75	0.50 b/	1.30 l-o	1.57 g-i	1.25 gh		14.75	0.83 k-s	1.50 d-h	1.14 kl	0.87 j-l
	19.8	0.37 d/	1.01 u-x	2.59 cd	2.03 a		19.8	0.60 z-a/	1.15 o-u	2.11 e	1.62 cd
	0.5	0.80 m-u	1.08 r-x	0.42 y	0.37 t-v		0.5	0.71 s-z	1.04 t-x	0.51 u-y	0.48 p-v
اکبری	4.9	0.99 f-i	1.21 m-r	0.44 xy	0.39 t-v	بادامی زرند	4.9	0.74 q-y	1.16 n-u	0.53 t-y	0.49 p-v
Akbari	9.8	1.37 a	1.58 c-e	0.48 v-y	0.42 r-v	Badami Zarand	9.8	0.97 f-j	1.43 e-j	0.56 r-y	0.51 o-v
	14.75	1.38 a	1.59 b-d	0.97 l-n	0.73 k-n		14.75	1.01 e-h	1.47 d-h	0.83 m-q	0.64 m-r
	19.8	0.77 o-v	1.11 q-v	1.86 f	1.40 c-g		19.8	0.70 t-z	1.05 s-x	1.73 fg	1.23 gh
	0.5	0.79 n-v	1.31 t-n	0.46 w-y	0.41 s-v		0.5	0.82 l-t	1.19 n-t	0.60 q-y	0.42 r-v
قزوینی	4.9	0.84 k-r	1.48 d-h	0.47 w-y	0.41 s-v	فندوقی ٤٨	4.9	0.91 h-n	1.28 j-p	0.64 q-y	0.44 q-v
Ghazvini	9.8	0.95 g-k	1.55 c-g	0.49 v-y	0.43 q-v	Fandoghi 48	9.8	0.92 h-m	1.35 h-m	0.99 l-n	0.79 k-m
	14.75	1.08 d-f	1.81 a	0.52 u-y	0.46 q-v		14.75	0.90 h-n	1.30 l-o	1.43 h-j	0.93 jk
	19.8	0.85 j-q	1.35 h-m	1.05 k-m	0.82 k-m		19.8	0.64 x-z	1.01 u-x	2.74 cd	1.73 bc
	0.5	0.93 h-l	1.08 r-x	.0.57 r-y	0.34 v		0.5	0.62 yz	1.07 r-x	0.60 q-y	0.48 p-v
ایتالیایی	4.9	0.98 f-i	1.19 n-t	0.61 q-y	0.36 t-v	سبزپسته توق	4.9	0.88 i-p	1.28 j-p	0.64 q-y	0.51 o-v
Italiaie	9.8	1.13 cd	1.23 m-p	0.78 n-t	0.43 q-v	Sabs Pesteh Togh	9.8	1.01 e-h	1.44 d-i	0.79 n-s	0.57 n-u
	14.75	0.88 i-p	0.99 v-x	1.21 jk	0.82 k-m		14.75	0.67 v-z	1.19 n-t	1.55 g-i	1.02 ij
	19.8	0.60 z-a/	0.67 a/	1.81 f	1.55 c-e		19.8	0.44 c/	0.83 yz	2.81 bc	1.83 b
	0.5	0.89 h-o	1.10 r-w	0.67 p-y	.0.45 q-v		0.5	0.95 g-k	1.37 h-l	0.62 q-y	0.55 n-v
کله قوچی	4.9	0.95 g-k	1.18 n-t	0.70 o-x	.0.47 p-v	احمدآقایی	4.9	1.08 d-f	1.54 c-g	0.65 q-y	0.58 n-t
Kaleh Ghochi	9.8	1.14 b-d	1.57 c-e	0.75 n-u	0.49 p-v	Ahmad Aghaie	9.8	1.39 a	1.65 bc	0.81 n-p	0.63 m-s
	14.75	1.11 de	1.55 c-g	1.38 ij	0.76 k-n		14.75	1.35 a	1.50 d-h	1.64 f-h	1.17 hi
	19.8	0.82 l-t	1.17 n-t	2.55 d	1.50 d-f		19.8	0.64 w-z	1.17 n-t	2.60 cd	1.83 b
	0.5	0.68 u-z	0.82 yz	0.49 w-y	0.41 s-v		0.5	0.82 l-t	1.22 l-r	0.55 s-y	0.42 r-v
جندقی	4.9	0.72 r-z	0.93 xy	0.60 q-y	0.46 q-v	رضایی زودرس	4.9	1.08 d-f	1.41 f-k	0.60 q-y	0.45 q-v
Jandaghi	9.8	0.75 q-x	1.08 r-w	0.82 m-q	0.57 n-u	Rezaie Zodres	9.8	0.85 j-q	1.21 m-r	0.93 l-o	0.68 l-p
	14.75	0.69 u-z	0.71 z-a/	1.52 g-i	1.22 gh		14.75	0.62 yz	0.98 v-x	1.74 fg	1.31 f-h
	19.8	0.35 d/	0.46 b/	2.73 cd	1.90 ab		19.8	0.39 d/	0.64 a/	2.99 ab	2.05 a
	0.5	0.60 z-a/	1.05 s-x	0.53 t-y	0.44 q-v		0.5	0.97 f-j	1.40 g-k	0.43 y	0.35 uv
موسی‌آبادی	4.9	0.85 j-q	1.13 p-v	0.65 q-y	0.47 p-v	شاه‌پسند	4.9	1.05 d-g	1.48 d-h	0.45 xy	0.36 t-v
Mousa Abadi	9.8	0.63 a/	1.07 r-x	0.83 m-p	0.71 l-o	Shahpasand	9.8	1.23 bc	1.68 a-e	0.48 v-y	0.38 t-v
	14.75	0.45 c/	.0.95 w-y	1.76 fg	1.33 f-h		14.75	1.24 b	1.72 ab	0.91 l-p	0.65 m-q
	19.8	0.34 d/	.0.40 c/	3.04 a	2.09 a		19.8	0.90 h-n	1.37 h-l	1.76 fg	1.28 gh

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

به‌طور کلی نتایج حاصل از بررسی درصد سدیم و پتاسیم در برگ و ریشه ارقام مورد مطالعه تحت شرایط تنش شوری نشان داد که رقم قزوینی از طریق قابلیت بالا در جذب پتاسیم توسط ریشه‌ها و انتقال آن به قسمت هوایی به‌طور کاراتری قابلیت مقابله با اثرات مضر سدیم را داشت. این رقم در سطح شوری ۷/۲ گرم در لیتر دارای بالاترین درصد پتاسیم برگ (۱/۸۰ درصد)، بود. بعد از این رقم، به‌ترتیب رقم‌های شاه پسند (۱/۷۲ درصد) و اکبری (۱/۵۹ درصد) در این سطح از شوری دارای بالاترین درصد پتاسیم برگ، بودند. همچنین، کمترین درصد سدیم در سطح شوری ۹/٦ گرم در لیتر در برگ و ریشه‌های رقم قزوینی (۰/۸۲ درصد و ۱/۰۵ درصد) مشاهده شد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن، شاخص‌های رشدی شامل ارتفاع شاخه، قطر شاخه، تعداد برگ کل، درصد برگ‌های سبز، وزن‌تر و خشک برگ، محتوی رطوبت نسبی برگ، شاخص کلروفیل، کلروفیل‌های a، b و کل، وزن‌تر و خشک اندام هوایی، وزن‌تر و خشک ریشه، در تمامی ارقام مطالعه شده، کاهش و درصد برگ‌های نکروزه، درصد ریزش برگ، نسبت وزن‌تر و خشک ریشه به وزن‌تر و خشک اندام هوایی، درصد نشت یونی و درصد آسیب دیدگی غشاء سلولی، افزایش یافتند. نتایج حاصل از بررسی تغییرات فلورسانس کلروفیل نشان داد که، تنش شوری از طریق افزایش میزان فلورسانس حداقل و کاهش میزان فلورسانس حداکثر، باعث کاهش فلورسانس متغیر در گیاهان شده و نسبت فلورسانس متغیر به فلورسانس حداکثر (حداکثر کارآیی کوآنتومی فتوسیستم II) را از ۰/۸۳ در گیاهان شاهد به ۰/۵۹ در رقم رضایی زودرس و پس از آن ۰/٦۱ در رقم موسی‌آبادی و در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر شوری، کاهش داد. نتایج حاصل از بررسی غلظت عناصر غذایی در برگ و ریشه نیز نشان داد که در تمامی ارقام مطالعه شده، بیشترین درصد سدیم در برگ و ریشه (۲/۰۹ و ۳/۰٤ درصد)، و کمترین درصد پتاسیم در برگ و ریشه (۰/٤۰ و ۰/۳٤ درصد)، در تیمار ۹/٦ گرم در لیتر شوری مشاهده شد. در مجموع، رقم قزوینی به‌عنوان متحمل‌ترین رقم به تنش شوری انتخاب شد. این رقم توانست به‌خوبی شوری تا ۷/۲ گرم در لیتر کلرید سدیم (۱٤/۷۵ دسی‌زیمنس بر متر)، را تحمل نماید. بعد از این رقم، رقم‌های اکبری، شاه پسند و بادامی‌زرند دارای تحمل بیشتری به شوری بودند. در نقطه مقابل رقم موسی‌آبادی و رضایی زودرس به‌عنوان حساس‌ترین ارقام نسبت به تنش شوری تشخیص داده شدند. بعد از این ارقام،

رقم‌های خنجری و جندقی، فندوقی ٤٨ و سبز پسته توق دارای حساسیت بیشتری به شوری بودند. در پایان توصیه می‌شود، ارقام قزوینی، اکبری و بادامی‌زرند از طریق کشت بافت تکثیر شده و اثر تنش شوری و خشکی در سطوح نزدیک به هم، به‌منظور پی بردن به تحمل دقیق این ارقام به شوری و خشکی بررسی شود و در نهایت مقام‌ترین پایه به هر دو تنش انتخاب گردد. سپس ارقام مطلوب و تجاری متحمل به تنش شوری و خشکی روی پایه‌های انتخابی، پیوند شوند تا متحمل‌ترین ترکیب پایه و پیوندک به تنش شوری و خشکی شناسایی شده و در مزارع کشت و کار پسته مورد استفاده قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از شرکت شبکه رشد و فناوری (شرف)، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و بنیاد نخبگان نیروهای مسلح که امکانات لازم جهت انجام تحقیق حاضر را فراهم نمودند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

1. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. J. Plant Physiol. 24: 1- 15.
2. Baker, N.R., and Rosenqvist, E. 2004. Applications of chlorophyll fluorescence Can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. J. Exp. Bot. 55: 607–1621.
3. Chen, Q., Zhang, W.H., and Liu, Y.L. 1999. Effect of NaCl, Glutathione and Ascorbic Acid on Function of Tonoplast Vesicles Isolated From Barley Leaf. J. Plant Physiology. 155: 685-690.
4. Dejampour, J., Ali Asgharzadeh, N., Gerigorian, V., and Majidi Heravan., A. 2012. Evaluation of salinity tolerance in some interspecific hybrids of prunus. seed plant. 4(28): 339-351. (In Persian)
5. Dexter, S.T., Tottingham, W.E., and Graber L.F. 1932. Investigations of the hardiness of plants by measurement of electrical conductivity. J. Plant Physiol. 7: 63-78.
6. Dexter, S.T., Tottingham, W.E., and Graber, L.F. 1930. Preliminary results in measuring the hardiness of plants. J. Plant Physiol. 5: 215-223.
7. Emami, A. 1996. Methods of plant analysis. Agricultural Research and Education Organization. Soil and Water Institute. Press, 130p. (In Persian)

8. Griffiths, H., and Parry, M.A.J. 2002. Plant responses to water stress. Ann. Bot. 89: 801- 802.
9. Hampson, C.R., and Simpson, G.M. 1990. Effects of temperature, salt and osmotic potential on early growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) Germination. Can. J. Bot. 68: 524-528.
10. Heiydari Sharif Abad, H. 2001. Plant and salinity. Research institute of forests and rangelands. Press, 71p. (In Persian)
11. Karimi, H.R., Ebadi, A., Zamani, Z., and Fatahi, R. 2011. Effect of water salinity on growth indeces phsiyological parameters in some pistachio rootstocks. J. Plant Nutr. 34: 935–944.
12. Karimi, S., Rahemi, M., Maftoun, M., and Tavallai, V. 2009. Effects of long-term salinity on growth and performance of two Pistachio (*Pistacia* L.) rootstocks. Aust. J. Basic App. 3: 1630-1639.
13. Kodad, O., Morales, F., and Socias i Company, R. 2010. Evaluation of almond flower tolerance to fros ts by chlorophyll fluorescence. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens. 94: 141- 145.
14. Lutts, S., Kinet, J.M., and Bouharmont, J. 1995. Changes in plant response to NaCl during development of rice (*Oryza sativa* L.) varieties differing in salinity resistance. J. Exp. Bot. 46: 1843–1852.
15. Mahajan, Sh., and Tuteja, N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: An overview. Arch. Biochem Biophys. 444: 139-158.
16. Malakoti, M., Keshavarz, P., Saadat, S., and Kholdbarin, J. 2002. Nutrition plants in saline conditions. Publication of Agriculture. Department of Horticulture. Press, 98p. (In Persian)
17. Maxwell, K., and Johnson, G.N. 2000. Chlorophyll fluorescence a practical guide. J. Exp. Bot. 51: 659- 668.
18. Mir Mohammadi, S.A., and Ghareh Yazi, B. 2002. Physiological aspects and plant salinity stress breeding. Isfahan University Press. 274p. (In Persian)
19. Momenpour, A., Bakhshi, D., Imani, A., and Rezaie, H. 2015. Effect of salinity stress on growth characteristics and concentrations of nutrition elements in Almond (*Prunus dulcis*) 'Shahrood 12', 'Touno' cultivars and '1-16' genotype budded on GF_{677} rootstock. J. Crops. 1(45): 44-63. (In Persian)
20. Momenpour, A., Bakhshi, D., Imani, A., and Rezaie, H. 2015. Effect of salinity stress on the morphological and physiological characteristic in some selected almond (*Prunus dulcis*) genotypes budded on GF_{677} rootstock. J. Plant Prod. Technol. 6(1): 24-45. (In Persian)
21. Momenpour, A., Imani, A., Bakhshi, D., and Rezaie, H. 2015. Evaluation of salinity tolerance in some almond genotypes grafted on GF_{677} rootstock base on morphological characteristic and chlorophyll fluorescence. Plant Process Func. 3(10): 9-23. (In Persian)

22. Morant-Manceau, A., Pradier, E., and Tremblin, G. 2004. Osmotic adjustment, gas exchanges and chlorophyll fluorescence of a hexaploid triticale and its parental species under salt stress. J. Plant Physiol. 161: 25–33.
23. Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environ. 25: 239-250.
24. Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Ann. Rev. Plant Biol. 59: 651–681.
25. Ranjbarfordoei, A., Samson, R., Lemeur, R., and Vandamme, P. 1999. Effects of osmotic stress induced by a combination of NaCl and polyethylene glycol on leaf water status, photosynthetic gas exchange, and water use efficiency of Pistacia khinjuk and P. mutica. Photosyn. 40: 1654-169.
26. Ranjbarfordoei, A., Samson, R.S., and Vanamme, P. 2006. Chlorophyll fluorescence performance of sweet almond (*Prunus dulcis* (Miller) D. Webb] in response to salinity stress induced by NaCl. Photosyn. 44(4): 513-522.
27. Sayed, O.H. 2003. Chlorophyll flourscence as a tool in cereal research. Photosyn. 3: 321-330.
28. Staples, R.C., and Toenniessen, G.H. 1984. Salinity tolerance in plants. John Wiley and Sons. 443p.
29. Szczerba, M.W., Britto, D.T., and Kronzucker, H.J. 2009. K^+ transport in plants: physiology and molecular biology. J. Plant Physiol. 166: 447-466.
30. Szczerba, MW., Britto, DT., Balkos, KD., and Kronzucker, H.J. 2008. $NH4^+$-stimulated and -inhibited components of K^+ transport in rice (*Oryza sativa* L.). J. Exp. Bot. 59: 3415–3423.
31. Yamasaki, S., and Dillenburg, L.C. 1999. Measurements of leaf relative water content in *Araucaria angustifolia*. Rev. Brasil. Fisiol. Vegetal. 11: 69-75.
32. Yuan, S., Liu, W.L., Zhang, N.H., Wang, M.B., Liang, H.G., and Lin, H.H. 2005. Effects of water stress on major photosystem II gene expression and protein metabolism in barley leaves. J. Plant Physiol. 125: 464-473.