مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۱۹ شماره ۳ صفحه‌های ۳۸۱ تا ۳۹۰ (۱۳۹۷)

اثر کلرید سدیم بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک برخی پایه‌ها و دورگه‌های پسته

Effect of Sodium Chloride on Morpho-Physiological Traits of Some Pistachio Rootstocks and Hybrids

خیرمحمد محمدی، علی عبادی*، محمدعلی عسکری سرچشمه، محمدرضا فتاحی‌مقدم و حسین حکم‌آبادی[۲]

چکیده

شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که می‌تواند رشد گیاه را زیر تأثیر قرار دهد. بـا توجه به تفاوت حساسیت رقم‌های مختلف پسته نسبت به شوری، تعیین مقاوم‌ترین رقم‌ها، غیرقابل اجتناب به نظر می‌رسد. به این منظور، تلاقی‌های کنترل شده بین رقم ایتالیا و پایه‌های بادامی ریز زرند، قزوینی، سرخس و آتلانتیکا به‌عنوان والد مادری بـا پایه انتیگریما به‌عنوان والد پدری انجام شد. دانهال‌های به‌دست‌آمده، والدین آن‌ها وUCB1، در سال دوم به‌مدت نه هفته مورد آزمـون شـوری (شاهد، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ میلی‌مولار) قرار گرفتند. نتیجه‌ها نشان داد که پایه‌های بادامی ریز زرند، قزوینی و دورگه بادامی ریز زرند× انتیگریما دارای تحمل نسبی بیشتری به شـوری بودنـد. هم‌چنین نشان داده شد در رقم‌های متحمل به شوری با افزایش شوری، قطر و طول ساقه، تعداد برگ، تعداد برگ سوخته (بافت‌مرده)، سطح برگ، وزن تر و خـشک اندام هوایی و ریشه کاهش یافت، هم‌چنین مقدار کلسیم و پتاسیم برگ به‌دلیل ویژگی ضدیت با سدیم کاهش یافت اما مقدار سدیم و کلر ریشه و اندام‌های هوایی افزایش نشان داد. هم‌چنین، با افزایش کلرید سدیم، شاخص کلروفیل، کلروفیل‌های a، b و کل کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: پسته، تلاقی کنترل شده، پایه‌های مقاوم، کلروفیل.

مقدمه

پسته از محصول‌های مهم اقتصادی کشور است. براساس آمار گمرک جمهوری اسلامی ایران در سال ۱۳۹۵ میزان صادرات پسته ایران بالغ بر ۱۳۸ هزار تن و به ارزش ۱۲۷۱ میلیون دلار بوده است. در حال حاضر کشور ایران با داشتن بیش از ۴۱۰،۰۰۰ هکتار باغ پسته در رتبه اول دنیا از نظر سطح زیرکشت قرار دارد و با ۱۴/۶٪، بیشترین سطح کشت را در بین محصول‌های باغبانی کشور به خود اختصاص داده است (۱).

یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر مقدار عملکرد درختان پسته، تنش‌های محیطی به‌ویژه تنش شوری است که بسیاری از فرآیندهای رشد گیاه از جمله ارتفاع، وزن تر و خشک اندام‌های گیاه، سطح برگ و هم‌چنین فرآیندهای فتوسنتزی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و زیست‌شیمیایی گیاه را زیر تأثیر قرار می‌دهد (۱۳). شوری موجب انباشت یون‌ها، به‌ویژه یون‌های سدیم و کلر در بافت‌های گیاهی می‌شود. ورود سدیم و کلر به داخل سیتوسول موجب بر هم خوردن تعادل یونی می‌گردد که می‌تواند بروز اختلال‌های فیزیولوژیک را در پی داشته باشد. از سویی، غلظت بالای سدیم، مانع از جذب پتاسیم می‌شود که عنصری ضروری برای رشد و توسعه گیاه است و این پدیده منجر به کاهش عملکرد و حتی مرگ گیاه می‌شود (۱۹). در شرایط شوری، غلظت سدیم و کلر به‌طورمعمول بیش از غلظت عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بوده و این امر موجب می‌گردد که در گیاهان زیر تنش شوری، نبود تعادل تغذیه‌ای از جنبه‌های گوناگون بروز کند (۱۹). بررسی‌ها نشان داده است که شوری در گیاهان مقدار

۱- تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۱ تاریخ پذیرش: ۹۷/۸/۵

۲- به‌ترتیب دانشجوی دکتری، استاد و دانشیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران و استادیار سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی استان سمنان، دامغان، ایران.

* نویسنده مسئول، ایمیل: (aebadi@ut.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.7.1]

کلروفیل را کاهش می‌دهد که دلیل آن افزایش آنزیم کلروفیلاز است که کلروفیل را تجزیه می‌کند (۹). هم‌چنین نشان داده شده که با افزایش سطح کلرید سدیم، مقدار کلروفیل a، b و کلروفیل کل در پسته بادامی ریز زرند کاهش یافت، کارتنوئیدها نیز با افزایش سطح شوری کاهش معنی‌داری داشتند (۱۹). در پژوهشی دیگر تأثیر روی و کلرید سدیم بر دانهال‌های پسته رقم بادامی ریز زرند مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه‌ها نشان داد که افزایش شوری خاک در زمان کمبود روی موجب کاهش فعالیت آنیدرازکربنیک، مقدار پروتئین و کلروفیل a و b شد و با افزایش شوری نسبت کلروفیل a/b افزایش یافت (۲۲). در پژوهشی تأثیر کلرید سدیم بر مقدار رنگدانه‌های فتوسنتزی و آنتوسیانین در پسته رقم‌های کله‌قوچی، قرمز پسته و بنه در بستر کوکوپیت و پرلایت بررسی شد. نتیجه‌ها نشان داد که افزایش شوری باعث کاهش کلروفیل، کارتنوئیدها و آنتوسانین‌ها گردید که در رقم کله‌قوچی کمترین کاهش و در بنه بیشترین کاهش را نشان دادند (۲). شوری باعث کاهش رشد شاخه و ریشه، تعداد برگ در بوته، زیست توده گیاهی، مقدار فتوسنتز خالص و مقدار کلروفیل در مقایسه با شاهد شد. این پارامترها در پایه قزوینی بالاتر از پایه بادامی ریز زرند بودند، با افزایش شوری غلظت قندهای محلول، مقدار نسبی آب برگ و مقدار پرولین آزاد برگ در هر دو پایه کاهش یافت (۱۶).

بررسی تأثیر تنش شوری روی مقاومت گونه‌های پسته *Pistacia atlantica* و *P. terebinthus* و یک دورگه (*Gold II، P. atlantica ×P.integrrima*) نشان‌داد که وزن خشک ساقه و ریشه در ترکیب با یکدیگر در هدایت الکتریکی (EC=9dS/m و EC=12dS/m) کاهش نیافت و پس از آن به‌طور خطی با افزایش EC کاهش یافت. در این آزمایش مشخص شد با افزایش EC وزن تازه ریشه کاهش می‌یابد اما ساقه حساسیت بیشتری به تنش شوری دارد (۲۰).

محمدخانی (۱۳۷۵) بیان کرد که با افزایش غلظت کلرید سدیم در محلول غذایی، مقدار ماده خشک برگ، ساقه و ریشه کاهش یافت. کاهش ماده خشک در رقم‌های بادامی ریز زرند و قزوینی کمتر ولی در رقم سرخس و بنه بیشتر بود. با افزایش مقدار نمک، ماده خشک برگ به‌صورت خطی کاهش نشان داد اما در ساقه، در غلظت‌های بالاتر نمک، کاهش شدیدتری را به دنبال داشت. در اثر تنش شوری، تعداد برگ پایه‌های سرخس و بنه بیشتر از پایه‌های قزوینی و بادامی ریز زرند کاهش یافت (۳).

مؤمن پور و همکاران (۱۸) نشان دادند که با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن، شاخص‌های رشدی کاهش و درصد برگ‌های بافت‌مرده، درصد ریزش برگ، درصد نشت یونی و درصد آسیب دیدگی غشا یاخته‌ای افزایش یافت. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که افزایش سطح شوری، موجب کاهش رشد گیاه پسته می‌شود و مقدار رشد ساقه و برگ با همدیگر سیر نزولی مشخصی را طی می‌کنند. با این وجود، هنگامی که رشد برگ و ساقه به‌طور جداگانه ارزیابی شد، دیده شد که برگ دارای بیشترین حساسیت نسبت به شوری است (۱۵، ۱۸). کریمی و همکاران (۱۴) نشان دادند که وزن خشک برگ در همه پایه‌های مورد ارزیابی، با افزایش سطح شوری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌طوری که پایه‌های وحشی *P. mutica* و *P. atlantica* دارای بیشترین وزن خشک برگ بودند. ایشان عنوان کردند که کاهش وزن خشک ساقه به نوع پایه وابسته می‌باشد (۱۴).

با توجه به بررسی‌های انجام شده، یکی از راه‌های پی بردن به مقدار تحمل رقم‌های مختلف پسته نسبت به تنش شوری، بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی، کلروفیل و وضعیت عنصرهای غذایی در برگ و ریشه‌های آن‌ها می‌باشد. از سویی در تمامی بررسی‌های انجام شده روی این گیاه، تعداد رقم‌های محدودی در شرایط یکسان محیطی با یکدیگر مقایسه شده‌اند. بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی اثر تنش شوری بر برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی، تغییرهای کلروفیل و غلظت عنصرهای غذایی سدیم، پتاسیم، کلسیم و کلر در ریشه و برگ‌های ۱۰ رقم، پایه، دورگه آن‌ها و UCB1 به‌منظور یافتن متحمل‌ترین پایه به شوری انجام شد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.7.1]

مواد و روش‌ها

این پژوهش، در قالب یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح به‌طورکامل تصادفی با دو عامل رقم و دورگه در ۱۰ سطح و شوری آب آبیاری در ۴ سطح و با سه تکرار (هر تکرار شامل ۱۰ عدد گیاه) انجام شد. رقم‌ها و پایه‌های مورد بررسی شامل ایتالیا، بادامی ریز زرند، قزوینی، سرخس، آتلانتیکا و UCB1 و دورگه‌های بین انتیگریما به‌عنوان والد پدری و ایتالیا، بادامی ریز زرند، سرخس و آتلانتیکا به‌عنوان والد مادری و عامل شوری آب آبیاری شامل صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ میلی‌مولار کلرید سدیم بودند. ابتدا گل‌آذین نر رقم انتیگریما در اسفند ماه ۱۳۹۳ در ارزوئیه-شامارون جمع‌آوری و بعد از ۴۸ ساعت نگه‌داری در اتاق با دمای معمولی، دانه‌های گرده جمع آوری و به‌وسیله الک بسیار ریز تمیز شد. سپس در دمای ۴- درجه سلسیوس تا زمان گرده‌افشانی نگه‌داری شدند. درختان والد ماده در ایستگاه شماره ۲ پژوهشکده پسته کشور واقع در رفسنجان شناسایی و کدگذاری شدند و سپس با استفاده از پارچه متقال ریزبافت کیسه‌گیری صورت گرفت. گرده افشانی بعد از آماده شدن درختان ماده در اوایل فرودین ۱۳۹۴ در سه نوبت و یک روز در میان انجام شد. کیسه‌ها در اردیبهشت ۱۳۹۴ بعد از گرم شدن هوا و رشد مناسب بذرها برداشته شدند و برای جلوگیری از خسارت ناشی از پرندگان شاخه‌های مورد نظر با کیسه توری پوشانده شدند. بذرهای حاصل از تلاقی در پایان شهریور ۱۳۹۴ جمع‌آوری و خشک شدند و هم‌زمان، بذرهای والدین موردنظر نیز از پژوهشکده پسته کشور در رفسنجان تهیه و به پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در کرج منتقل گردید. به‌منظور آماده‌سازی برای کاشت، ابتدا بذرها بهمدت ۱۰ دقیقه داخل محلول وایتکس ۱٪ قرار گرفتند و سپس با آب به طور کامل شستشو شدند و به مدت ۵ دقیقه در محلول ۵ در هزار قارچ‌کش کاپتان گندزدایی گردیدند. بذرهایی که دارای نیاز سرمایی بودند، مانند آتلانتیکا و دورگه آن به مدت ۴۵ روز از اواسط مهرماه تا اواخر آبان ماه ۱۳۹۴ در داخل محیط ماسه مرطوب و گندزدایی شده با محلول قارچ‌کش کاپتان، در دمای ۱± ۴ درجه سلسیوس در داخل سردخانه گروه مهندسی علوم باغبانی دانشگاه تهران در کرج نگه‌داری شدند. پس از رفع نیاز سرمایی، سبدهای حاوی بذرهای آزمایش در ابتدای آذر ماه ۱۳۹۴ از سردخانه خارج و همراه بذرهای دیگر داخل گلدان‌های پلاستیکی با ابعاد ۱۵×۱۰ سانتی‌متر حاوی کوکوپیت و پرلایت با نسبت ۲ به ۱ (هر گلدان یک عدد بذر) در گلخانه گروه مهندسی علوم باغبانی دانشگاه تهران کاشته شدند. آبیاری تا مرحله دو برگی با آب شهری صورت گرفت، سپس با استفاده از یک چهارم غلظت محلول غذایی Johnson و همکاران (۱۳) تغذیه انجام گردید. بعد از گذشت دو ماه و رشد دانهال‌ها، گیاهان حاصل به گلدان‌های بزرگ‌تر منتقل شدند. در تابستان ۱۳۹۵ گلدان‌ها به محیط بیرون منتقل و برای محافظت از آفتاب از توری (شید) به‌صورت سایه‌بان استفاده شد. پس از بروز سرما و برطرف شدن نیاز سرمایی، گیاهان یاد شده در آذر ماه ۱۳۹۵ به گلخانه منتقل و بی‌درنگ آبیاری با آب شهر صورت گرفت و بعد از رشد برگ‌ها دوباره تغذیه با یک چهارم غلظت محلول Johnson شروع گردید. قابل بیان است که به‌منظور انجام این آزمایش از هر رقم و دورگه، ۵۰ گلدان به گلخانه منتقل گردید. پس از رشد مناسب گیاهان در اواسط اردیبهشت ماه ۱۳۹۶، گیاهانی که با شرایط رشدی مطلوب بودند، انتخاب شده و تیمارهای تنش شوری را دریافت کردند آبیاری با تیمارهای شوری از اواسط اردیبهشت ماه ۱۳۹۶ به مدت ۹ هفته انجام شد. بذرهای UCB1 برای تولید دانهال از شرکت کوهبنان مزرعه ساوه تهیه شدند.

به‌منظور اعمال تیمار شوری، از نمک کلرید سدیم خالص آزمایشگاهی با برند Neutron استفاده شد. برای جلوگیری از ایجاد شوک ناگهانی و پلاسمولیز، غلظت نمک به‌صورت تدریجی افزایش یافت و بعد از هر سه مرتبه نمک دهی، برای شستشو آبیاری صورت گرفت. هم‌چنین، پس از هر سه مرتبه آبیاری، زه‌آب تعدادی از گلدان‌ها به‌طور تصادفی جمع‌آوری و هدایت الکتریکی و pH آن‌ها اندازه‌گیری شد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.7.1]

در پایان پس از اعمال هر تیمار شوری، قطر و ارتفاع گیاهان اندازه‌گیری و تعداد برگ‌های بافت‌مرده آن‌ها یادداشت‌برداری شد. سطح برگ (ده عدد برگ از هر گیاه) با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج[۱] ساخت شرکت دلتا تی انگلستان اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری وزن تر و خشک ریشه و ساقه و برگ، گیاهان از محل پاهنگ قطع و برگ و ساقه آن‌ها جدا گردید. ریشه نیز از خاک خارج و همراه با برگ و ساقه پس از شستشو با آب معمولی و آب مقطر در دمای ۷۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت، خشک شدند. ریشه و اندام هوایی (ساقه و برگ) با خشک سوزانی در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۶ ساعت داخل کوره الکتریکی خاکستر شدند و با استفاده از اسیدکلریدریک ۲ نرمال عصاره اسیدی تهیه و برای اندازه گیری برخی عنصرها آماده گردید. غلظت سدیم و پتاسیم در عصاره اسیدی با دستگاه فلیم فتومتر دیجیتال (310c)، کلسیم (روش جذب اتمی) و کلر مطابق روش تغییریافته موهر (کرکماز، ۲۰۱۰) اندازه‌گیری شدند. شاخص کلروفیل در برگ‌های بالایی و پایینی شاخه اصلی با استفاده از دستگاه سبزینه‌سنج مدل (Spad 502 Minolota) اندازه‌گیری شد. کلروفیل‌های a،b و کل و کارتنوئیدها با استفاده از دستگاه پلیت‌ریدر مدل (Biotek,Eon.USA) در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر اندازه‌گیری شدند (۸). هم‌چنین، مقدار نسبی آب برگ[۲] بر اساس روش Viterli و Bers (۱۹۶۲) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری نشت یونی (پایداری غشا) با استفاده از روش Blu و Ebercom (۱۹۸۱) و اندازه‌گیری خاصیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از روش Abe و همکاران (۱۹۹۸) انجام شد. در نهایت، واکاوی داده‌های آماری، با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه 9.1) انجام و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و نرم‌افزار Minitab (نسخه ۱۶) صورت گرفت.

نتایج

اثر شوری بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی

نتیجه‌های حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان‌می‌دهد برهمکنش نژادگان و تیمار شوری بر تعداد برگ، وزن تر و خشک ریشه و برگ و وزن خشک ساقه در سطح ۱٪ و وزن تر ساقه در سطح ۵٪ معنی‌دار شد. بر اساس نتیجه‌های به‌دست آمده با افزایش غلظت شوری در آب آبیاری، تعداد برگ، وزن تر و خشک ریشه، ساقه و برگ در تمامی گیاهان مورد بررسی، کاهش یافت. کمترین تغییر در تیمار شاهد و بیشترین تغییرها در تیمار ۲۲۵ میلی مولار، مشاهده شد. تعداد برگ در رقم ایتالیا و پایه آتلانتیکا و دورگه‌های آتلانتیکا×انتیگریما، سرخس×انتیگریما و ایتالیا×انتیگریما در تیمار ۷۵ میلی‌مولار شوری، به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت که نشان دهنده مقاومت کمتر این گیاهان به شوری می‌باشد در حالی که تعداد برگ در پایه UCB1 و سرخس در تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار و در بادامی ریززرند، قزوینی و دورگه بادامی ریز زرند×انتیگریما در تیمار ۲۲۵ میلی‌مولار به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت. گزارش شده است که افزایش سطح شوری باعث کاهش رشد گیاه پسته می‌شود و مقدار رشد ساقه و برگ با همدیگر سیر کاهشی مشخصی را دنبال می‌کند (۱۶).

وزن تر و خشک برگ در تمام رقم‌ها و پایه‌های مورد بررسی در سطح ۲۲۵ میلی مولار شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافت. بیشترین تغییرهای وزن تر برگ را رقم ایتالیا (از ۳/۰۲ به ۲/۰۲ گرم) و کمترین تغییرها را دورگه‌های بادامی ریز زرند× انتیگریما (از ۱/۸۸ به ۱/۶۷ گرم) در سطح ۱۵۰ میلی‌مولار نشان دادند. بیشترین تغییرهای وزن خشک برگ را آتلانتیکا، سرخس، UCB1 و دورگه‌های ایتالیایی×انتیگریما، سرخس×انتیگریما و کمترین تغییرها را بادامی ریز زرند، قزوینی و دورگه بادامی ریز زرند×انتیگریما نشان‌دادند، نتیجه‌های به‌دست آمده با نتیجه‌های بررسی‌های دیگران مطابقت دارد (۲، ۱۴، ۱۸).

۱- Leaf area meter
۲- Relative water content

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.7.1]

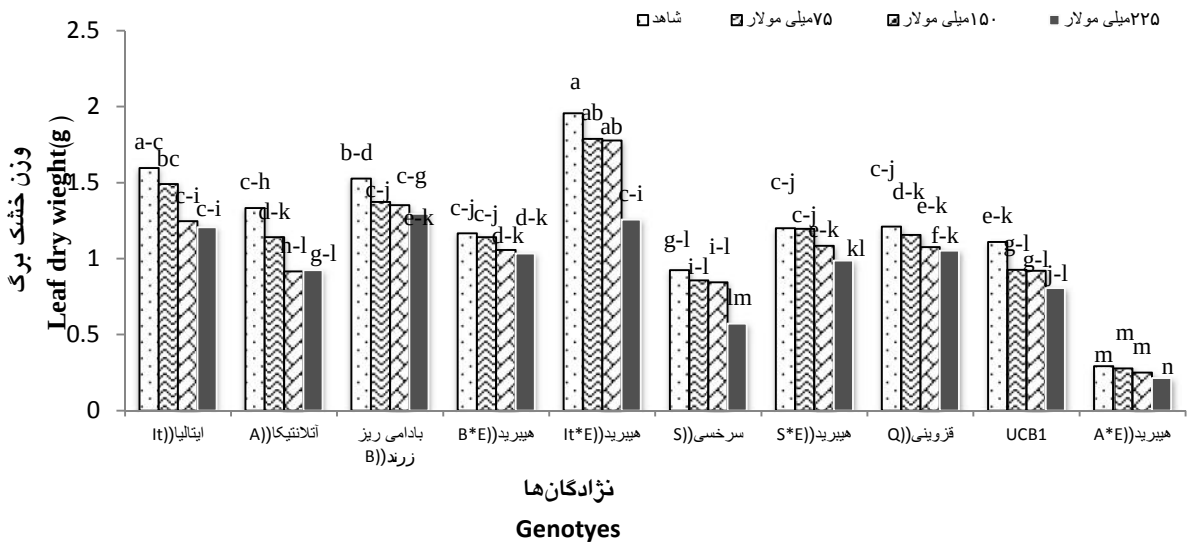

Fig.1. Interaction effects of salinity and genotype on leaf dry weight. It: Italian cultivar, A: Atlantica rootstock, B: Badami Riz Zarand, B*E: Progeny of Badami Riz Zarand×Integerrima, It*E Progeny of Italian×Integerrima, S: Sarakhs, S*E:Progeny of Sarakhs×Integerrima, Q: Qazwini, UCB1: Progeny of Atlantica ×Integerrima, A*E: Progeny of Atlantic ×Integerrima.

شکل ۱- تأثیر برهمکنش سطح‌های شوری و نژادگان بر وزن خشک برگ. It: رقم ایتالیا، A: پایه آتلانتیکا، B: بادامی ریز زرند، B*E: دورگه بادامی ریز زرند و انتیگریما، It*E: دورگه ایتالیا و انتیگریما، S : سرخس، S*E: دورگه سرخس و انتیگریما، Q: قزوینی، UCB1: پایه دورگه آتلانتیکا و انتیگریما، A*E: دورگه آتلانتیکا و انتیگریما.

با افزایش غلظت شوری، وزن تر و خشک ساقه و ریشه در تمامی رقم‌های مورد مطالعه تحت تاثیر قرار گرفت و نسبت به شاهد کاهش یافت. کمترین وزن تر و خشک ساقه در تیمار ۲۲۵ میلی مولار مشاهده شد. کاهش وزن تر و خشک ساقه در بین نژادگان‌های مورد بررسی با یکدیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. این تغییرها در ریشه سیر نزولی کمتری را نشان داد. در میان اندام‌های هوایی گیاه، برگ حساسیت بالاتری به شوری نسبت به ساقه داشت، به‌طوری‌که حتی در سطح‌های پایین شوری کاهش معنی‌داری در رشد برگ ایجاد شد (۴، ۵، ۱۴). اما اثر اصلی ویژگی‌های قطر، طول ساقه و سطح برگ در تیمار ۲۲۵ میلی مولار در سطح ۱٪ معنی دار شدند.

همان‌طوری که در شکل ۲ مشاهده می‌شود با افزایش غلظت شوری، وزن تر و خشک ریشه در تمامی گیاهان مورد مطالعه کاهش یافت. مقدار کاهش وزن خشک ریشه در بین رقم‌ها و پایه‌های مورد بررسی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان داد. رقم ایتالیا و دورگه ایتالیا×انتیگریما، در تیمار ۷۵ میلی‌مولار ولی در آتلانتیکا، سرخس و دورگه آتلانتیکا× انتیگریما، سرخس×انتیگریما در تیمار ۱۵۰ میلی‌مولار، بادامی ریززرند، قزوینی و دورگه بادامی ریز زرند×انتیگریما در تیمار ۲۲۵ میلی‌مولار شوری به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش نشان دادند.

اثر شوری بر غلظت عنصرهای غذایی

با توجه به نتیجه‌های به‌دست آمده، با افزایش غلظت شوری در آب آبیاری، درصد سدیم در برگ و ریشه تمامی رقم‌ها و پایه‌های مورد مطالعه، افزایش یافت. بیشترین درصد سدیم در برگ و ریشه در تیمار ۲۲۵ میلی‌مولار مشاهده شد. درصد سدیم در برگ و ریشه در بین رقم‌های مورد مطالعه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد. برهمکنش نژادگان و تیمار شوری نشان‌دهنده معنی‌دار بودن درصد سدیم در سطح ۱٪ در برگ نسبت به گیاهان شاهد، است.

درصد سدیم برگ در پایه سرخس، UCB1، ایتالیا، آتلانتیکا، قزوینی، دورگه سرخسی×انتیگریما، آتلانتیکا×انتیگریما، در تیمار ۷۵ میلی‌مولار و درصد سدیم در برگ بادامی ریز زرند و دورگه آن تنها در سطح

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-31]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.7.1]

شوری ۲۲۵ میلی‌مولار به‌طور معنی‌دار نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافته است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که سدیم، باعث عدم تعادل اسمزی، تخریب غشاهای یاخته‌ای، کاهش رشد، جلوگیری از تقسیم و بزرگ شدن یاخته‌ها می‌شود، ولی پتاسیم در حفظ تعادل اسمزی، باز و بسته شدن روزنه‌ها و فعال‌سازی تعدادی از آنزیم‌ها نظیر پیروات‌کیناز مؤثر می‌باشد (۲۴).

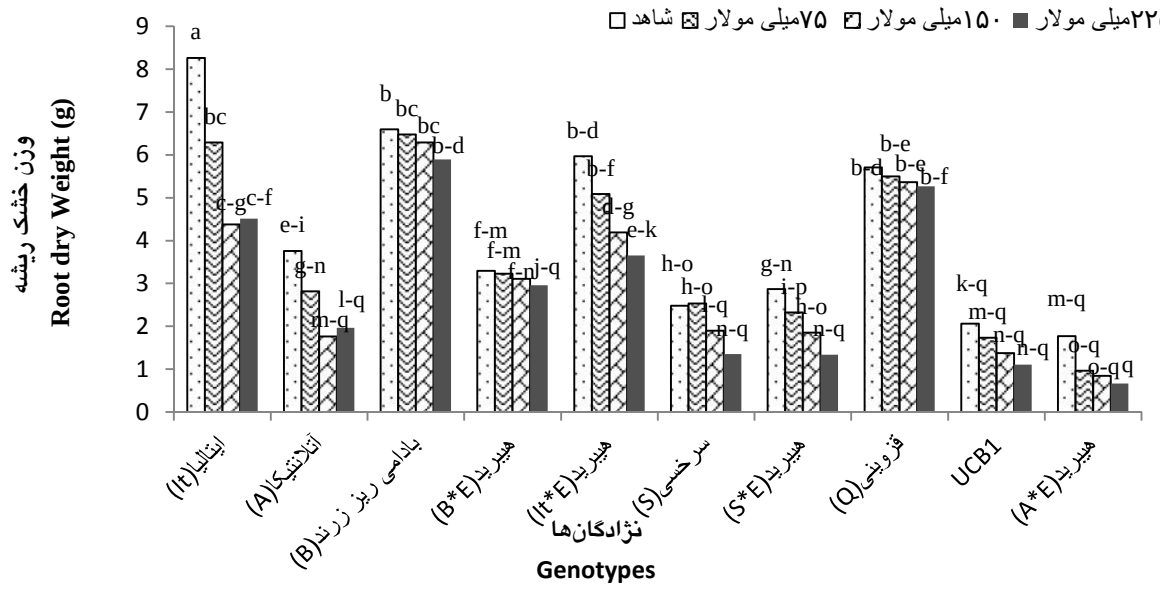

Fig. 2. Interaction effect of salinity and genotype on root dry weight. It: Italian cultivar, A: *Atlantica* rootstock, B: Badami Riz Zarand, B*E: Progeny of Badami Riz Zarand×*Integerrima*, It*E Progeny of *Italian*×*Integerrima*, S: Sarakhs, S*E:Progeny of Sarakhs×*Integerrima*, Q: Qazwini, UCB1: Progeny of *Atlantica* ×*Integerrima*, A*E: Progeny of *Atlantic* ×*Integerrima*

شکل۲- تأثیر برهمکنش سطح‌های شوری و نژادگان بر وزن خشک ریشه. It: رقم ایتالیا، A: پایه آتلانتیکا، B: بادامی ریز زرند، B*E: دورگه بادامی ریز زرند و انتیگریما، It*E: دورگه ایتالیا و انتیگریما، S: سرخس، S*E: دورگه سرخس و انتیگریما، Q: قزوینی، UCB1: پایه دورگه آتلانتیکا و انتیگریما، A*E: دورگه آتلانتیکا و انتیگریما.

نتیجه‌ها نشان داد با افزایش کلرید سدیم، درصد کلسیم برگ و ریشه در سطح ۱٪ کاهش معنی‌داری را نشان داد. تغییر در غلظت نمک، موجب کاهش غلظت کلسیم در برگ و ریشه شد به گونه‌ای که گیاه شاهد دارای بیشترین غلظت کلسیم بود. در رقم‌های مقاوم به تنش شوری، درصد کلسیم موجود در بافت‌ها نسبت به دیگر رقم‌ها بیشتر است. این پژوهش نیز نشان داد که غلظت عنصر کلسیم زیر تأثیر شوری در برگ و ریشه کاهش یافت و این کاهش در برگ رقم ایتالیا (از ۱/۴۶٪ به ۱/۰۳۶٪) و دورگه آتلانتیکا× انتیگریما (از ۱/۶۹٪ به ۱/۰۷٪) محتمل‌تر است. هم‌چنین نسبت سدیم به کلسیم در برگ در سطح ۱٪ و در ریشه در سطح ۵٪ معنی دار شد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.7.1]

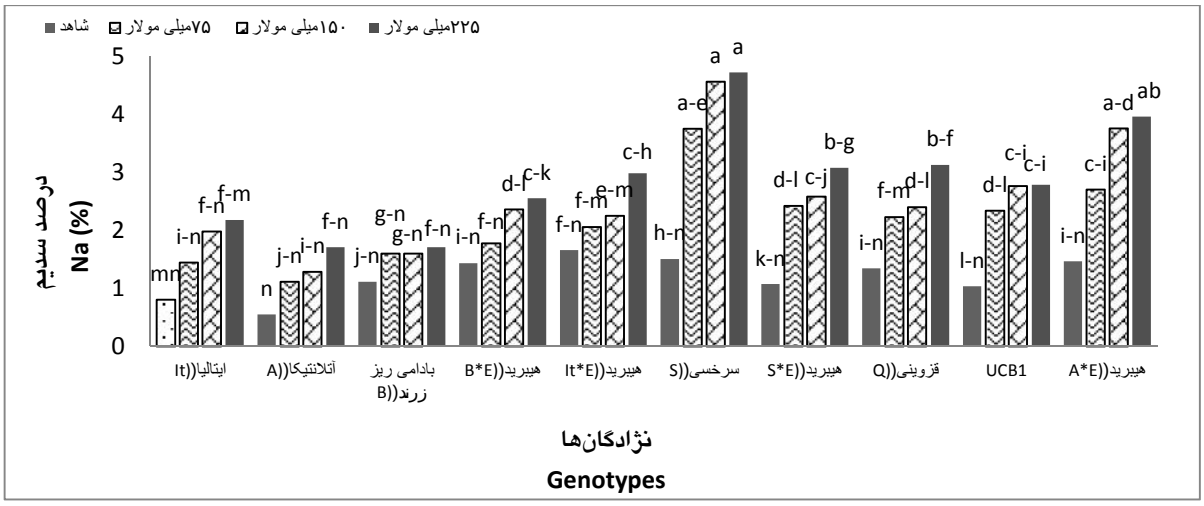

Fig. 3. Interaction of salinity and genotype on sodium of leaves. It: Italian cultivar, A: *Atlantica* rootstock, B: Badami Riz Zarand, B*E: Progeny of Badami Riz Zarand ×*Integerrima*, It*E Progeny of *Italian*×*Integerrima*, S: Sarakhs, S*E:Progeny of Sarakhs×*Integerrima*, Q: Qazwini, UCB1: Progeny of *Atlantica* ×*Integerrima*, A*E: Progeny of *Atlantic* ×*Integerrima*.

شکل۳- تأثیر برهمکنش سطح‌های شوری و نژادگان بر درصد سدیم برگ.It: رقم ایتالیا، A: پایه آتلانتیکا، B: بادامی ریز زرند، B*E: دورگه بادامی ریز زرند و انتیگریما، It*E: دورگه ایتالیا و انتیگریما، S : سرخس، S*E: دورگه سرخس و انتیگریما، Q: قزوینی، UCB1: پایه دورگه آتلانتیکا و انتیگریما، A*E: دورگه آتلانتیکا و انتیگریما.

اثر شوری بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی

با توجه به نتیجه‌های به‌دست آمده، با افزایش غلظت شوری مقدار کلروفیل a، b و کل در تمامی رقم‌های مورد بررسی، کاهش یافت. کمترین محتوی کلروفیل b، a و کل در تیمار ۲۲۵ میلی مولار، مشاهده شد. محتوی کلروفیل a، b و کل در بین رقم‌های مورد بررسی با یکدیگر، در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد.

مقدار کلروفیل b در رقم ایتالیا، پایه UCB1 و دورگه آتلانتیکا×انتیگریما در تیمار ۷۵ میلی‌مولار به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافت.

نتیجه‌ها نشان داد، با افزایش غلظت شوری در آب آبیاری، مقدار شاخص کلروفیل در تمامی گیاهان مورد بررسی، کاهش یافت. کمترین مقدار شاخص کلروفیل در تیمار ۲۲۵ میلی‌مولار در رقم ایتالیا (۴۵/۷٪) مشاهده شد. مقدار شاخص کلروفیل در برهمکنش بین رقم‌ها و سطح‌های شوری در سطح ۱٪ با یکدیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. مقدار شاخص کلروفیل در رقم بادامی ریز زرند تنها در سطح شوری ۲۲۵ میلی‌مولار به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت.

بر اساس نتیجه‌های به‌دست‌آمده از با افزایش غلظت شوری درصد نشت یونی و درصد آسیب به غشای یاخته‌ای در تمامی رقم‌ها و پایه‌های مورد بررسی افزایش یافت. بیشترین درصد نشت یونی و درصد آسیب به غشاء یاخته‌ای در تیمار ۲۲۵ میلی‌مولار مشاهده شد. درصد نشت یونی و درصد آسیب به غشای یاخته‌ای در بین رقم‌های مورد بررسی در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری را نشان می‌دهد که در پایه بادامی ریز زرند و قزوینی کمترین تغییرها و در رقم ایتالیا و دورگه آتلانتیکا×انتیگریما بیشترین تغییرها مشاهده شد. این نتیجه‌ها، با نتیجه‌های Dejampour و همکاران (۱۱) مطابقت داشت. یکی از راه‌های پی‌بردن به مقدار آسیب به غشاهای یاخته‌ای، استفاده از اندازه‌گیری نشت یونی می‌باشد. ثبت مقدار نشت یونی تخمین خسارت بافت‌ها را امکان‌پذیر می‌کند. این روش برای اولین بار توسط دکستر و همکاران (۱۹۳۲) به‌منظور بررسی مقاومت به سرما در گیاهان به کار برده شد و در طی زمان به‌منظور سنجش آسیب غشاء یاخته‌ای نسبت به دیگر تنش‌های محیطی از جمله تنش شوری استفاده شد (۱۰).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.7.1]

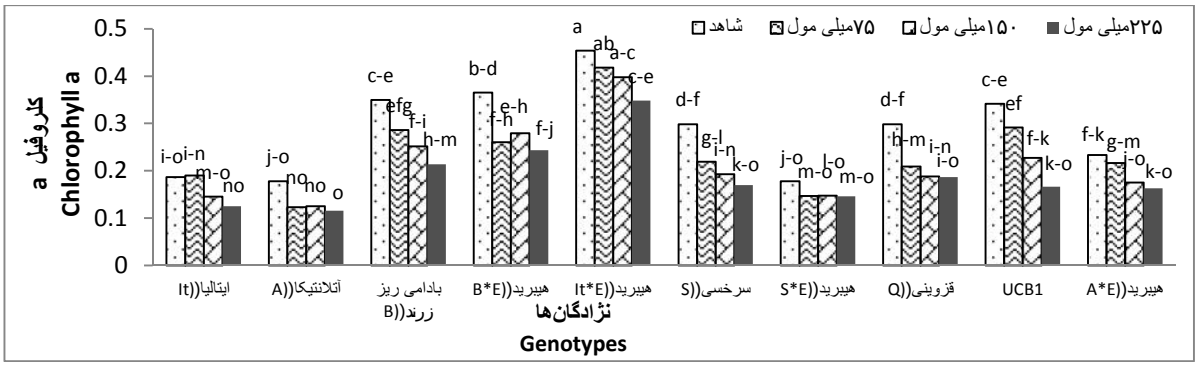

Fig. 4. Interaction of salinity and genotype on chlorophyll a Content. It: Italian cultivar, A: *Atlantica* rootstock, B: Badami Riz Zarand, B*E: Progeny of Badami Riz Zarand ×*Integerrima*, It*E Progeny of *Italian*×*Integerrima*, S: Sarakhs, S*E: Progeny of Sarakhs×*Integerrima*, Q: Qazwini, UCB1: Progeny of *Atlantica* ×*Integerrima*, A*E: Progeny of *Atlantic* ×*Integerrima*.

شکل ۴- تأثیر برهمکنش سطح‌های شوری و نژادگان بر مقدار کلروفیل It.a: رقم ایتالیا، A: پایه آتلانتیکا، B: بادامی ریز زرند، B*E: دورگه بادامی ریز زرند و انتیگریما، It*E: دورگه ایتالیا و انتیگریما، S : سرخس، S*E: دورگه سرخس و انتیگریما، Q: قزوینی، UCB1: پایه دورگه آتلانتیکا و انتیگریما، A*E: دورگه آتلانتیکا و انتیگریما.

بحث

با توجه به این‌که واکنش رقم و پایه‌های مختلف پسته به تنش شوری متفاوت می‌باشند در این بررسی مشخص شد که رقم ایتالیا و دورگه ایتالیا× انتیگریما برخلاف تعداد برگ بالا، بیشترین کاهش سطح برگ، تعداد برگ و همچنین، وزن تر و خشک برگ را داشتند، در حالی که پایه‌های بادامی ریز زرند، قزوینی و دورگه بادامی ریز زرند× انتیگریما کمترین تغییرها را دارا بودند. وزن تر و خشک ریشه و ساقه در همه گیاهان کاهش یافت اما پایه‌های بادامی ریز زرند، قزوینی و دورگه بادامی ریز زرند× انتیگریما با مقاومت بیشتر رشد خود را حفظ کردند. مقدار نسبی آب برگ در همه رقم‌ها و پایه‌ها کاهش نشان دادبه طوری که در رقم ایتالیا، دورگه ایتالیا× انتیگریما، آتلانتیکا×انتیگریما، سرخس، UCB1، آتلانتیکا، قزوینی و دورگه سرخس ×انتیگریما در سطح پایین‌تر تنش شوری ولی در پایه بادامی ریز زرند در سطح بالاتر اتفاق افتاد. سطح‌های بالای کلرید سدیم اثرهای سمی مستقیمی بر سیستم‌های غشایی و آنزیمی بافت‌ها ایجاد می‌کند. وقتی غلظت یک یون خاص از آستانه خود در گیاه بالاتر می‌رود باعث ایجاد حالت سمی در گیاه شده، به مقدار زیادی جذب یا متابولیسم عنصرهای ضروری توسط گیاه را دچار اختلال می‌کند و رشد گیاه را به‌طور منفی زیر تأثیر قرار می‌دهد (۶). مهم‌ترین اثرهای سمیت مربوط به یون Na^+ است. تنش شوری می‌تواند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم از تقسیم یاخته‌ای و بزرگ شدن یاخته‌ها در نقاط رشد جلوگیری کند. رشد ممکن است به‌طور غیرمستقیم زیر تأثیر شوری قرار گیرد. این کار از راه کاهش حجم ماده‌های فتوسنتزی، آب و دیگر فاکتورهای رشد می‌باشد که به نواحی رشد می‌رسند (۲۳). برخی گیاهان این توانایی را دارند که سیتوپلاسم یاخته‌های خود را از کاهش شدید مقدار 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 مقدار پتاسیم سیتوسولی خود را در حضور کلرید سدیم بهتر حفظ نمایند (۲۲). در بررسی‌های انجام شده، مشاهده شد که افزایش کلرید سدیم، کاهش ویژگی‌های ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی را به همراه دارد که با نتایج حاصل از پژوهش Pic chioni و همکاران مطابقت دارد. (۲۱)

مهم‌ترین قسمت گیاه که بیش از همه از تنش شوری اثر می‌پذیرد، بخش فتوسنتز کننده گیاه، یعنی کلروفیل است (۱۷). بر اساس نتیجه‌های به‌دست‌آمده، افزایش کلرید سدیم کاهش معنی‌داری در شاخص کلروفیل، کلروفیل‌های a، b و کل در تمامی رقم‌ها و پایه‌های مورد بررسی نشان دادند. پایه آتلانتیکا، قزوینی و سرخس بیشترین تغییرها در

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.7.1]

مقدار کلروفیل a و رقم ایتالیا، پایهUCB1 و دورگه آتلانتیکا× انتیگریما بیشترین تغییرها را در مقدار کلروفیل b نشان دادند. کمترین تغییرهای کلروفیل در آتلانتیکا، قزوینی و بادامی ریز زرند مشاهده شد. کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی ممکن است به‌دلیل غیرفعال شدن عنصرها به‌ویژه آهن باشد که در اثر بالا رفتن مقدار کلرید سدیم در گیاه رخ می‌دهد (۱۷). این نتیجه‌ها حاکی از آن است که مقدار کلروفیل b به مقدار بیشتری از کلروفیل a زیر شرایط تنش شوری کاهش می‌یابد. این نتیجه‌ها با یافته‌های دیگران (۱۱، ۱۶، ۱۸) مطابقت دارد. شوری باعث تخریب ساختار کلروپلاست‌ها، کاهش مقدار کلروفیل و عدم پایداری ترکیب‌های رنگدانه–پروتئین می‌شود (۱۲). هم‌چنین، افزایش درصد برگ‌های بافت مرده، درصد ریزش برگ، نسبت وزن تر و خشک ریشه به وزن تر و خشک اندام هوایی، درصد نشت یونی و درصد آسیب دیدگی غشای یاخته‌ای از پیامدهای این اثرهای شوری است.

جذب سدیم در رقابت با جذب دیگر یون‌ها از جمله پتاسیم می‌باشد که منجر به کاهش یون پتاسیم می‌شود. افزایش غلظت کلرید سدیم موجب افزایش مقدار یون‌های سدیم و کلر و کاهش یون‌های پتاسیم، کلسیم و منیزیم می‌گردد (۶). یون سدیم برای متابولیسم‌های یاخته‌ای سمی است و اثر زیان‌باری بر برخی از آنزیم‌ها می‌گذارد و غلظت بالای آن موجب جلوگیری از تقسیم و توسعه یاخته‌ای می‌شود. اختلال در ساخت پروتئین‌ها به نظر می‌رسد از پیامدهای افزایش یون سدیم باشد و کاهش کلروفیل و از دست رفتن پروتئین‌ها نیز ناشی از سمیت این یون می‌باشد (۲۴). نتیجه‌های حاصل از بررسی غلظت عنصرهای غذایی در برگ و ریشه نشان داد که در تمامی گیاهان مورد بررسی بیشترین درصد سدیم در برگ و ریشه (۴/۷۲ و ۲/۳۴٪) و کمترین درصد پتاسیم در برگ و ریشه (۴/۰۱ و ۱/۰۱٪) و کمترین درصد کلسیم در برگ و ریشه (۹۱/و ۰/۹۷٪) و بیشترین درصد کلر در برگ و ریشه (۳/۴۵ و ۴/۴٪) در تیمار ۲۲۵ میلی مولار مشاهده شد. درصد سدیم در برگ بادامی ریز زرند و دورگه بادامی ریز زرند× انتیگریما در سطح شوری ۲۲۵ میلی‌مولار به‌طور معنی‌دار نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافت.

نتیجه گیری

این بررسی نشان داد که تیمار کلرید سدیم سبب کاهش شاخص‌های رویشی و افزایش درصد برگ‌های نکروزه شده است. غلظت کلروفیل a، b و کل، شاخص کلروفیل و مقدار کارتنوئیدها زیر تأثیر کلرید سدیم قرار گرفته و در اثر تنش شوری کاهش پیدا کرد. هم‌چنین نتیجه‌ها نشان می‌دهد که با افزایش کلرید سدیم مقدار عنصرهای غذایی نیز زیر تأثیر قرار گرفته و عنصرهای سدیم و کلر افزایش، ولی عنصرهای پتاسیم و کلسیم در ریشه و برگ کاهش یافت. در نهایت پایه بادامی ریز زرند به‌عنوان متحمل‌ترین پایه به تنش شوری انتخاب شد. این رقم توانست به‌خوبی شوری ۲۲۵ میلی‌مولار را تحمل نماید. بعد از آن پایه قزوینی و دورگه بادامی ریز زرند×انتیگریما دارای تحمل بیشتری به شوری بودند .در نقطه مقابل رقم‌های سرخس، ایتالیا، آتلانتیکا، UCB1 به‌عنوان رقم‌هایی با تحمل کمتر، هم‌چنین دورگه‌های این گیاهان دارای تحمل بالاتری نسبت به والدین به تنش شوری تشخیص داده شدند. در پایان پیشنهاد می‌شود، رقم‌های مطلوب و تجاری متحمل به تنش شوری و خشکی روی همه این پایه‌ها پیوند شوند تا متحمل‌ترین ترکیب پایه و پیوندک به تنش شوری و خشکی شناسایی شده و در باغ‌های کشت و کار پسته مورد استفاده قرارگیرد.

منابع References

۱. آمارنامه کشاورزی (۱۳۹۴ و ۱۳۹۵). محصول‌های باغبانی، وزارت جهاد کشاورزی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. جلد سوم، ۲۴۰ صفحه.

۲. علی پور، ح. ۱۳۹۱. گزارش نهایی پروژه دورگه پسته مقاوم به شوری و بررسی مارکرهای مورفولوژیکی مقاومت به شوری. موسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان. ۵۴ ص.

۳. محمدخانی، ع. ۱۳۷۵. تعیین مقاومت نسبی پایه‌های پسته به شوری (کلرید سدیم) با توجه به تغییرات تنفسی روزنه‌ها، جذب و انتقال عنصرهای. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. ۱۲۴ص.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.7.1]

۴. ابطحی، ع. ۱۳۸۰. واکنش نهال دو رقم پسته نسبت به مقدار و نوع شوری خاک در شرایط گلخانه. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۹۳:۵-۱۰۱

5. Adish, M., Fekri, M., and H. Hokmabadi. 2010. Response of Badami-e- Zarand pistachio rootstock to salinity stress. Int. J. Nuts. Related sci. 1: 1-11.
6. Ahmad, P. and Soryanai. Sharma. 2010. Physio-biochemical attributes in two cultivars of mulberry (*Morus alba* L.) under NaHCO3 stress, Int. J. Plant Prod. 4:1735-1743.
7. Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. J. Plant Physiol. 24: 1- 15.
8. Bani-Nasab, B. 2005. Seasonal changes carbohydrate of nutrient and effect of foliar application and nitrogen application with alternative bearing of pistachio trees. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture Shiraz University. Iran.
9. Chart zoulakis, K., A. Patakas, G. Kofidis, A. A. Bosabalidis and A. Nastou. 2002**.** Water stress affects leaf anatomy, gas exchange, water relations and growth of two avocado cultivars. Hort. Sci. 95: 39-50.
10. Chen, Q., W. H. Zhang. and Y.L. Liu. 1999. Effect of NaCl, Glutathione and Ascorbic Acid on function of tonoplast Vesicles Isolated From Barley Leaf. J. Plant Physiol. 155: 685-690.
11. Dejampour, J., N. Ali Asgharzadeh., V. Gerigorian. and Majidi Heravan. A. 2012. Evaluation of salinity tolerance in some interspecific hybrids of *Prunus*. seed plant. Sci. Infor. Data. 4: 339-351.
12. Heiydari Sharif Abad, H. 2001. Plant and salinity Research of forests and rangelands. Press, 71p.
13.Johnson C, M., Stout P. R., Broyer C. and A, Carllos. 1987. Comparative chloring requirements of different plant species. Plant Soil, 8: 337- 353.
13. Kamiab, F., Talaie. A., Javanshah, A., Khezri, M. and A Khalighi. 2012. Effect of long-term salinity on growth, chemical composition and mineral elements of pistachio (*Pistacia vera*cv. Badami- e -Zarand) rootstock seedlings. Ann. Biol. Res.3: 5545-5551.
14. Karimi, H.R., Ebadi, A., Zamani, Z., and R. Fatahi. 2011. Effect of water salinity on growth indices physiological parameters in some pistachio rootstocks. J. Plant Nutr. 34: 935–944.
15. Karimi, H. R. 2012. Effects of Water Salinity on Growth Indices and Physiological Parameters in Some Wild Pistachio. I. J. NRS, 3-1.
16. Karimi, S., Rahemi, M., Maftoun, M., and V. Tavallai. 2009. Effects of long term salinity on growth and performance of two Pistachio (*Pistachio* L.) rootstocks. Aust. J. Basic App. 3: 1630-1639.
17. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. Cambridge. UK. 901 p.
18. Momenpour, A., Imani A., Bakhshi D., and H. Rezaie. 2015. Evaluation of salinity tolerance in some almond genotypes grafted on GF677 rootstock base on morphological characteristic and chlorophyll fluorescence. Plant Process Func. 3: 9-23.
19. Mozafari, V., Asadolahi. Z., Tajabadipour, A., and A. Akhgar. 2013. Effect of salinity and manganese on some physiological and Ecophysyological characters of *Pistacia vera* L. Plant, Cell Environ. 24:1337–1344.
20. Pic chioni, G. A. and S, Miyamoto. 1990. Salt effects on growth and ion uptake of pistachio rootstock seedling. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 647-653.
21.Staples, R.C., and H. Toenniessen. 1984. Salinity tolerance in plants. John Wiley and Sons. NY.443p.
22. Tavallali, V., Rahemi, M., Maftoun, M., Panahi, B., Karimi, S., Ramezanian, A., and M, Vaezpour. 2009. Zinc influence and salt stress on photosynthesis, water relations, and carbonic and hydrase activity in pistachio. Sci. Hort. 123: 272-279.
23. Tester, M. and R, Devenport 2003. Na^+ tolerance and Na^+ transport in Higher Plants. Ann. Bot. 91:503 – 527.
24. Szczerba, M.W., D.T. Britto., and H.J. Kronzucker. 2009. K+ transport in plants: physiology and molecular biology. J. Plant Physiol. 166: 447-466.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.7.1]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 19 (3): 381 - 390 (2018)

Effect of Sodium Chloride on Morpho-Physiological Traits of Some Pistachio Rootstocks and Hybrids

Kh.M. Mohammadi, A. Ebadi [*], M. A. Askari Sarchishmeh, M. R. Fattahi Moghaddam and H. Hokmabadi[1]

Salinity is one of the most important environmental stresses that can affect plant growth. Regarding the sensitivity of different varieties of pistachio to salinity, determining the most tolerant variety is unavoidable. For this purpose, controlled crosses were performed between the Italian cultivar and the rootstocks of Badami Riz-e- Zarand, Qazvini, Sarakhs or Atlantica as the female parent and *Pistachio integerrima* as the male parent. The seedlings and their parents and UCB1 were tested for salinity (control, 75, 150, and 225 mM) in the second year for nine weeks. Results showed that the rootstocks of Badami Riz -e- Zarand, Qazvini, and Badami Riz-e- Zarand× *P. integerrima* had a more relative tolerance to salinity as salinity increased, stem diameter and length, number of leaves, number of necrotic leaves, leaf area, fresh and dry weights of root and shoot decreased, and the amount of calcium and potassium decreased due to its antagonistic effects with sodium, but the amount of sodium and chlorine in the roots and aerial parts increased. In addition, with increasing sodium chloride, chlorophyll index, chlorophyll and b and total chlorophyll were decreased.

Keywords: Chlorophyll, Crosses, Pistachios, Resistant rootstocks.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.7.1]

1. Ph.D. Student, Professors and Associate Professor of Horticulture, College of Agricultural and Natural Resources, University of Tehran and Assistant Professor of Agricultural Research, Education and Promotion of Semnan Province (Damghan), Iran, respectively.

*Corresponding author, Email: (aebadi@ut.ac.ir).