بررسی وضعیت عناصر غذایی برگ و ریشه در برخی ترکیب‌های پیوندی بادام در مقایسه با پایه‌های غیر پیوندی تحت تنش شوری

طاهر سقلی[۱]، محمد اسماعیل امیری[۲]، علی مومن پور[*۳]، علی ایمانی[۴]

[*۱]دانش آموخته دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

[۲]استاد گروه علوم باغبانی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

[*۳]استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

[۴]دانشیار پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

نویسنده مسئول: a.momenpour@areeo.ac.ir

چکیده

شوری از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی می‌باشد که سبب اختلال در جذب و انتقال عناصر در گیاهان می‌شود. به همین جهت، تحقیقی بصورت فاکتوریل در پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور ترکیب پیوندی و پایه (پایه‌های رویشی GF_{677}، GN_{15} ، تترا و پایه بذری بادام تلخ به عنوان شاهد و پیوند شاهرود-۱۲ بر روی چهار پایه ذکر شده) و فاکتور شوری آب آبیاری (آبیاری غیر شور و شوری ۲، ۴، ۶ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر)، به‌منظور بررسی اثر تنش شوری بر جذب و انتقال عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و سدیم در ترکیب‌های پیوندی و پایه‌ها صورت گرفت. نتایج نشان داد افزایش شوری تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر سبب کاهش نیتروژن برگی رقم شاهرود-۱۲ در حالت پیوندی و پایه‌های غیرپیوندی می‌شود. با افزایش شوری تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر، بیشترین و کمترین کاهش در مقدار فسفر برگی نیز به ترتیب در پایه شاهد (غیر پیوندی) GF_{677} و رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر پایه GF_{667} مشاهده شد. افزایش میزان شوری منجر به افزایش مقدار پتاسیم برگی رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر پایه GF_{677} و پایه شاهد GF_{677} گردید. نتایج همچنین نشان داد با افزایش شوری نسبت سدیم/نیتروژن در ریشه پایه‌های شاهد افزایش یافت و شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر بیشترین تأثیر را داشت. در شوری ۸ دسی زیمنس، بیشترین و کمترین نسبت سدیم/پتاسیم نیز به ترتیب در پایه شاهد بادام تلخ بذری و شاهرود-۱۲ پیوند شده روی پایه GF_{677} مشاهده شد. در مجموع ترکیب شاهرود-۱۲ پیوند شده بر روی GF_{677} متحمل‌ترین ترکیب به شوری بود.

کلمات کلیدی: تنش غیرزیستی، پایه و پیوندک، سدیم، پتاسیم.

مقدمه

شوری آب و خاک یکی از مشکلات جدی در بخش کشاورزی است. کشت در خاک‌های شور و استفاده از آب‌های شور یا با کیفیت پایین برای آبیاری، موجب گسترش تنش خشکی در اراضی تحت کشت می‌گردد (Zakeri Asl *et al.*, 2016). ایران نیز از دیرباز با مشکل شوری منابع خاک و آب مواجه بوده است. چندان‌که بر اساس گزارش Momeni (2010) بالغ بر ۶/۸ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی با مشکل شوری مواجه می‌باشند. آثار زیان‌بار شوری بر روی رشد گیاه به پتانسیل اسمزی پایین در خاک، تغذیه غیر متعادل، اثرهای یونی خاص و یا مخلوطی از این عوامل بستگی دارد (Nawaz *et al.*, 2010). افزایش جذب نمک و سمیت یونی، سبب اختلال در کارکرد سلولی و آسیب رساندن به فرآیندهای فیزیولوژیک، از قبیل فتوسنتز و تنفس (Hasegawa, 2013) به‌واسطه تجمع بالای یون‌هایی از قبیل سدیم و کلر در کلروپلاست رخ می‌دهد (Chaum *et al.*, 2013).

تنش شوری سبب ایجاد رقابت بین جذب سدیم و کلر با دیگر عناصر معدنی نظیر پتاسیم، کلسیم و نیترات شده و هم‌چنین تعادل الکترو-شیمیایی عناصر معدنی را به هم می‌ریزد (Hu and Schmidhalter, 2005). معمولاً در گیاهان متحمل به تنش شوری با افزایش تجمع سدیم در ساقه، اختلالات در جذب عناصر دیگر کمتر رخ می‌دهد. Momenpour *et al.* (2015) با بررسی خصوصیات رشدی و غلظت عناصر غذایی در چهار رقم بادام پیوند شده روی پایه GF_{667} تحت تنش شوری نشان دادند

IrHC2019

که در تمامی ارقام مطالعه شده، بیشترین مقدار کلر و سدیم، نسبت سدیم به پتاسیم، سدیم به کلسیم، سدیم به منیزیم، سدیم به فسفر و کمترین مقدار کلسیم، منیزیم، فسفر و مس در برگ و ریشه و کمترین غلظت آهن در ریشه در شوری ۹/۸ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد. آن‌ها همچنین نشان دادند که نوع رقم در ممانعت از جذب سدیم و کلر توسط ریشه و انتقال آن به قسمت هوایی مؤثر است.(2016) Zrig *et al.* پاسخ‌های دو پایه بادام را به ترکیب‌های مختلف نمک کلرید در محیط رشد را بررسی نمودند و نشان دادند وقتی‌که نمک‌های KCl و $CaCl_2$ همراه با NaCl به پایه‌های بادام اضافه شد، مقادیر Ca^{2+} و K^+ کاهش یافت که منجر به کاهش نسبت‌های Ca^{2+}/Na^+ و K^+/Na^+ گردید. (2016) Zrig *et al.* با بررسی تأثیر پایه روی تحمل شوری بادام شیرین (رقم مازتو) نشان دادند که برگ‌های رقم مازتو پیوند شده روی پایه گارنم-۱۵ وضعیت تغذیه‌ای بهتر را با مقادیر بالاتر K^+ و Ca^{2+} و Na^+ پایین‌تر در مقایسه با رقم مازتو پیوند شده روی GF667 را نشان دادند.

Momenpour *et al.* (2018) نشان دادند که پیوند رقم شاهرود ۱۲ بر روی پایه GF_{677} نسبت به سایر رقم‌های پیوند شده روی GF_{667} تحمل بیشتری به شوری دارد، ولی هنوز ترکیب این رقم با سایر پایه‌های متداول مورد تحقیق قرار نگرفته است و اطلاعاتی وجود ندارد؛ بنابراین در این تحقیق میزان تحمل پایه‌های بذری بادام تلخ (منشاء ایران، تحمل بالاتری به خشکی و بیماری‌های خاکزی نسبت به بادام شیرین، رشد اولیه کند در سال‌های اولیه زندگی و سپس رشد زیاد در طی دوره رشدی بعدی، تأخیر در زمان برداشت درختان پیوند شده بر این پایه نسبت به دیگر پایه‌ها، مقاومت بالا به شرایط بد محیطی و برخی از بیماری‌ها (Parvaneh *et al.*, 2011; Wani *et al.*, 2012)، پایه تترا (منشاء ایتالیا، مناسب برای انواع مختلف خاک حتی خاک‌های سنگینی که هلو معمولاً از آب ماندگی در آن رنج می‌برد به جز خاک‌های اسیدی (Taha and Azza 2011) در خاک‌های شدیداً آهکی این رقم تعادل خوبی در مواد غذایی ایجاد می‌کند هرچند نسبت به GF_{677} تفاوت معنی‌داری ندارد (Mestrea *et al.*, 2015). مقاومت بالا به نماتد گره ریشه، مقاومت متوسطی نسبت به *Meloidogyne Javanica* دارد. این پایه در گروه پایه‌های نیمه کوتاه گروه‌بندی شده است (Taha and Azza 2011). با استفاده از این پایه می‌توان رشد زیاد ارقام هلویی که در خاک‌های حاصلخیز کشت شده‌اند را کاهش داد تا بتوان تراکم کشت را افزایش داد(Mestrea *et al.*, 2015)، پایه GN_{15} (منشاء اسپانیا، هیبرید بین بادام اسپانیایی به نام غرفی به‌عنوان والد مادری و هلو شمال آمریکا به نام نمارد به‌عنوان والد پدری، مقاوم به نماتد گره ریشه، کم آبی و خاکهای آهکی، سازش‌پذیری پیوندی با بسیاری از ارقام هلو و بادام و همچنین برخی از ارقام آلو و زردآلوی (Arab *et al.*, 2016; Felipe 2009)) و GF677 (منشاء فرانسه، دو رگ طبیعی بادام و هلو، مقاوم به خشکی، کمبود آهن و فقر مواد غذایی (Oraie *et al.*, 2009) نسبت به شوری در مقایسه با ترکیب رقم شاهرود-۱۲ (منشا ناشناخته) پیوند شده روی این پایه‌ها به‌منظور تعیین متحمل‌ترین پایه و ترکیب پایه و پیوندک بادام به تنش شوری با بررسی غلظت عناصر غذایی در ریشه و برگ مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، اثر تنش شوری بر غلظت عناصر غذایی در ریشه و برگ پایه‌های رویشی GF_{677}، GN_{15} و تترا و پایه بذری بادام تلخ به عنوان شاهد و پیوند شاهرود ۱۲ بر روی چهار پایه ذکر شده در قالب یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور ترکیب پیوندی و پایه (۸ سطح) (پایه‌های رویشیGF_{677}، GN_{15} و تترا و پایه بذری بادام تلخ به عنوان شاهد و پیوند شاهرود ۱۲ بر روی پایه‌های مذکور) و فاکتور شوری آب آبیاری(۵ سطح) (آبیاری غیر شور (آب شهری با EC ۰/۳ دسی زیمنس بر متر) و شوری ۲، ۴، ۶ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر) در سه تکرار در گلخانه موسسه علوم باغبانی کرج و در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ انجام شد. برای این منظور پایه‌های رویشی حاصل از کشت بافت و پایه بذری حاصل از بذور استراتفیه شده، به گلدان های پلاستیکی ۲۰ لیتری حاوی خاک زراعی با بافت متوسط انتقال داده شده و پس از رشد کافی، تعدادی از پایه‌های مورد نظر با بادام رقم شاهرود-۱۲ پیوند شدند. همچنین پایه‌های بدون عمل پیوند به‌عنوان شاهد تا زمان اعمال تیمار شوری تحت مراقبت قرار گرفتند. به‌منظور اعمال تیمارهای شوری با غلظت‌های ۲، ۴، ۶ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر، از نمک کلرید سدیم استفاده شد. برای اجتناب از ایجاد شوک ناگهانی و پلاسمولیز، افزودن نمک‌ها به‌صورت تدریجی انجام و در مدت یک هفته به غلظت موردنظر رسانده شد. بدین منظور، ابتدا گیاهان با تیمارهای ۰/۳، دو و چهار دسی‌زیمنس بر متر، آبیاری شدند و برای اعمال تیمار شوری با غلظت‌های شش و هشت دسی‌زیمنس بر متر، در مرتبه دوم گیاهان با تیمار شش

IrHC2019

دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شدند و درنهایت در مرتبه سوم گیاهانی که قرار بود با تیمار هشت دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شوند، با این غلظت از نمک موجود در آب، آبیاری شدند. قبل از انتقال گیاهان، ظرفیت زراعی گلدان‌ها به کمک دستگاه صفحه فشار مدل (F1, USA) تعیین شد. آبیاری گلدان‌ها با توجه به تغییرات وزن آن‌ها و نیاز آبشویی با استفاده از روش Momenpour *et al* (2018) انجام گرفت. به‌طوری‌که طی دوره آزمایش (۹۱ روز)، تیمارهای ۰/۳ و ۲ دسی‌زیمنس بر متر، ۲۲ مرتبه، تیمار ۴ دسی‌زیمنس بر متر ۲۱ مرتبه و تیمارهای ۶ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر، ۱۹ مرتبه، آبیاری شدند. در پایان آزمایش به‌منظور تعیین غلظت عناصر معدنی ریشه و برگ پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی ابتدا خاکستر مواد گیاهی (ریشه و برگ) در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد تهیه شد و غلظت عناصر معدنی شامل نیتروژن (با استفاده از دستگاه کجلدال)، فسفر (دستگاه اسپکتروفتومتر (BT600 Plus, Canada) و جذب در طول موج ۴۵۰ نانومتر)، پتاسیم و سدیم (با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر (JENWAY مدل PFP7)، کلسیم (تیتراسیون با EDTA ۰/۰۱ نرمال) مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند (Emami, 1996). تجزیه و تحلیل داده‌های آماری، با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱)، انجام و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و نرم افزار MSTATC (ورژن ۱۰. ۲)، صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی و تیمارهای سطوح مختلف شوری به‌صورت معنی‌داری مقدار نیتروژن برگ و ریشه پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱؛ $P\leq0.01$). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در همه پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی مورد بررسی افزایش سطح شوری منجر به کاهش معنی‌دار میزان نیتروژن برگی گردید و کمترین مقدار نیتروژن برگی در تیمارهای شوری ۸ دسی زیمنس بر متر و بیشترین مقدار آن نیز در تیمارهای شوری ۰/۳ دسی زیمنس بر متر (شاهد) به دست آمد. در بین تیمارهای مورد بررسی نیز، بیشترین مقدار نیتروژن برگی در رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر پایه تترا مشاهده شد که بیشترین مقدار نیتروژن برگی در این رقم در شوری ۰/۳ دسی زیمنس بر متر به میزان ۲/۲۶ درصد به دست آمد. همان‌طور که بیان شد با افزایش سطح شوری تا ۸ دسی زیمنس بر متر از مقدار نیتروژن برگی کاسته شد و مقدار آن به ۱/۱۷ درصد رسید که کاهش ۴۸/۲ درصدی را نشان می‌دهد (جدول ۱). بعد از این ترکیب پیوندی، رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر پایه GF_{667} قرار داشت که با داشتن ۲/۱۴ درصد نیتروژن برگی در سطح شوری ۰/۳ دسی زیمنس بر متر در رتبه بعدی قرار داشت و در این ترکیب نیز، با افزایش میزان شوری منجر به کاهش معنی‌دار نیتروژن در برگ گیاه گردید (جدول ۱). در صفت نیتروژن ریشه، روند متفاوتی در پایه‌ها و ترکیبات پیوندی مختلف و سطوح مختلف تنش شوری مشاهده گردید. در پایه‌های بدون پیوند از قبیل تترا، بادام تلخ، GF_{667} و GN_{15} با افزایش شوری تقریباً میزان نیتروژن ریشه به‌صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرد و کمترین و بیشترین مقدار نیتروژن ریشه به ترتیب در سطح شوری ۸ و ۰/۳ دسی زیمنس ثبت شد؛ اما پیوند زدن شاهرود-۱۲ بر روی این پایه‌ها باعث تغییر در روند انباشت و میزان نیتروژن در ریشه‌ها گردید و روند وارونه‌ای برخلاف پایه‌های بدون پیوند مشاهده گردید. در این شرایط افزایش میزان شوری باعث افزایش میزان نیتروژن ریشه شد و بیشترین مقدار نیتروژن نیز در سطح شوری ۸ دسی زیمنس بر متر به دست آمد. در بین ترکیبات پیوندی مورد بررسی نیز رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر روی پایه تترا دارای بیشترین مقدار نیتروژن ریشه در سطح شوری ۸ دسی زیمنس بر متر به میزان ۱/۵۵ درصد به دست آمد و پس از آن رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر روی پایه بادام بذری تلخ و شاهرود-۱۲ پیوند شده بر پایه GF_{667} قرار گرفتند (جدول ۱).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تأثیر متقابل رقم و سطوح مختلف تنش شوری به‌صورت معنی‌داری مقدار فسفر ریشه و برگ پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۱). همانند نتایج گزارش شده برای مقدار نیتروژن ریشه و برگ، مقدار فسفر برگ نیز با افزایش مقدار شوری به‌صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرد و کمترین مقدار در سطح شوری ۸ دسی زیمنس بر متر مشاهده شد. بیشترین مقدار کاهش فسفر در سطح شوری ۸ دسی زیمنس بر متر نسبت به سطح شوری ۰/۳ دسی زیمنس بر متر در پایه بدون پیوند GF_{667} به میزان ۳۵/۸ درصد مشاهده شد درحالی‌که کم‌ترین میزان کاهش در رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر پایه GF_{667} به میزان ۴/۵ درصد به دست آمد (جدول ۱). کمترین مقدار فسفر ریشه نیز در بین سطوح مختلف شوری مورد بررسی در سطح شاهد (آب آبیاری غیر شور) و بیشترین مقدار آن نیز در سطح شوری هشت دسی

IrHC2019

زیمنس بر متر مشاهده شد. بیشترین مقدار فسفر ریشه در سطح شوری ۸ دسی زیمنس بر متر در رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر پایه تترا به میزان ۰/۱۲۸ درصد به دست آمد (جدول ۱). Karimi and Tavallaei (2017) نیز تأثیر منفی شوری بر مقدار جذب عناصر غذایی در پایه‌های پسته را گزارش نمودند. فسفر در تعداد زیادی از فرآیندها شامل فتوسنتز، ذخیره سازی و انتقال انرژی، تنظیم آنزیمی و انتقال کربوهیدرات دخالت دارد (Hu and Schmidhalter, 2005). بر اساس نتایج و همچنین نقش فسفر در گیاه می‌توان این‌گونه نتیجه گیری کرد که پیوند رقم شاهرود-۱۲ روی پایه GF_{667} توانسته در مقابل اثرات مضر شوری در جذب و انتقال فسفر فائق آید و در نتیجه متحمل‌تر از سایر ترکیبات باشد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم در سطوح مختلف شوری به‌صورت معنی‌داری مقدار پتاسیم ریشه و برگ را در پایه‌ها و ترکیب‌های پیوند مورد بررسی تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۱؛ $P\leq0.01$). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در همه پایه‌های پیوندی و غیر پیوندی به جز پایه شاهدGF_{677} و ترکیب شاهرود ۱۲ با پایه GF_{677}، افزایش میزان شوری از سطح ۰/۳ تا ۸ دسی زیمنس بر متر باعث کاهش معنی‌دار مقدار پتاسیم در اندام هوایی گردیده. در رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر روی پایه GF_{677} و پایه بدون پیوند GF_{677} نسبت به سایر پایه‌ها و ترکیبات پیوندی افزایش میزان شوری منجر به افزایش مقدار پتاسیم برگی نسبت به شوری ۰/۳ دسی زیمنس بر متر گردید و این‌ها با افزایش سطح تنش مقدار پتاسیم بیشتری را در قسمت برگی خود تجمع دادند. در پایه بدون پیوند GN_{15} و رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر روی این پایه نیز تا سطح شوری ۴ دسی زیمنس بر متر شاهد افزایش میزان پتاسیم برگی بودیم و مجدداً با افزایش سطح شوری تا ۸ دسی زیمنس بر متر میزان پتاسیم در برگ کاهش پیدا کرد (جدول ۱). در قسمت ریشه گیاه نیز، نتایج بررسی‌ها نشان داد که در همه پایه‌های مورد بررسی با افزایش میزان شوری تا سطح ۲ و ۴ دسی زیمنس بر متر، مقدار پتاسیم در ریشه گیاه افزایش پیدا کرده و مجدداً با افزایش سطوح شوری تا ۸ دسی زیمنس بر متر مقدار آن در ریشه‌ها کاهش پیدا کرد و در ۸ دسی زیمنس بر متر به مقدار حداقلی خود رسید. بیشترین مقدار پتاسیم در ریشه‌ها نیز در رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر روی پایه GN_{15} به دست آمد که در شوری ۴ دسی زیمنس بر متر برابر ۰/۶۵۷ درصد به دست آمد که در شوری ۰/۳ و ۸ سی زیمنس بر متر نیز مقادیر به ترتیب ۰/۵۷۱ و ۰/۴۷۹ درصد برای این ارقام ثبت شد (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش سطح شوری از ۰/۳ تا ۸ دسی زیمنس بر متر باعث افزایش معنی‌دار مقدار سدیم برگ در همه پایه‌ها و ترکیبات پیوندی مورد بررسی گردید. پایه‌های بدون پیوند GN_{15} و بادام تلخ در سطح شوری ۸ دسی زیمنس بر متر بالاترین تجمع سدیم در برگ را به ترتیب با مقادیر ۲/۰۸ و ۲/۴ نشان دادند که افزایش به ترتیب ۴/۶۶ و ۴/۵۵ برابری را نسبت به سطح شوری ۰/۳ دسی زیمنس بر متر داشتند. رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر بادام تلخ نیز دارای بیشترین مقدار تجمع یون سدیم در برگ در سطوح شوری بالا (۶ و ۸ دسی زیمنس بر متر) نسبت به سایر ترکیب‌های مورد بررسی بود. در مجموع نتایج نشان داد که رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر پایه‌های GF_{677} و GN_{15} و تترا مقدار سدیم کمتری در سطوح شوری ۶ و ۸ دسی زیمنس بر متر داشتند (جدول ۱). بررسی مقایسه میانگین تأثیر متقابل سطوح شوری در پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی بر مقدار سدیم ریشه نیز نشان داد که در پایه‌های تترا، بادام تلخ، رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر پایه بادام تلخ و GF_{677} با افزایش سطوح شوری مقدار سدیم ریشه نسبت به سطح شاهد به‌صورت معنی‌داری افزایش پیدا کرد و بیشترین مقدار سدیم ریشه در این ارقام در سطح شوری ۸ دسی زیمنس بر متر به دست آمد. در رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر پایه‌های تترا، GF_{677} و GN_{15} با افزایش سطح شوری تا ۴ دسی زیمنس بر متر با افزایش میزان شوری از ۰/۳ دسی زیمنس بر متر مقدار سدیم ریشه افزایش پیدا کرد و از سطح شوری ۴ دسی زیمنس تا ۸ دسی زیمنس بر متر، مقدار سدیم ریشه کاهش پیدا کرد و در شوری ۸ دسی زیمنس بر متر به کمترین مقدار خود رسید. رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر پایه GF_{677} دارای کمترین مقدار تجمع سدیم در ریشه بود و مقدار سدیم ریشه در سطح شوری ۰/۳، ۴ و ۸ دسی زیمنس بر متر به ترتیب برابر ۰/۲۹۹، ۰/۵۹۳ و ۰/۸۶۳ درصد به دست آمد (جدول ۱). وقتی گیاهان در معرض شوری القا شده توسط کلرید سدیم قرار گیرند، جریان رو به داخل Na^+ و Cl^- انتقال سایر یون‌ها نظیر K^+ و Ca^{2+} را مختل می‌سازد (Kamiab *et al.*, 2013). از این رو تحمل گیاه به شوری شدیداً به وضعیت تغذیه‌ای پتاسیم که شامل جذب و انتقال K^+ درون و بین اندام‌های گیاهی می‌شود، بستگی دارد. نتایج این تحقیق با نتایج Tounsi *et al.* (2017) همخوانی دارد. نتایج مشابه در یک رقم انگور

IrHC2019

گزارش شد که مقدار پایین‌تر Na^+ را تجمع نمود و به تجمع پتاسیم تحت شرایط شور در مقایسه با سایر ارقام ادامه داد (Mohammadkhani *et al*., 2015).

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع نتایج نشان داد با افزایش سطح شوری تا ۸ دسی زیمنس بر متر از مقدار نیتروژن برگی کاسته شد و مقدار آن به ۱/۱۷ درصد رسید که کاهش ۴۸/۲ درصدی را نشان داد. بیشترین کاهش مقدار فسفر در سطح شوری ۸ دسی زیمنس بر متر نسبت به سطح شوری ۰/۳ در پایه شاهد GF_{677} به میزان ۳۵/۸ درصد مشاهده شد، درحالی‌که کمترین میزان کاهش در رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر پایه GF_{677} به میزان ۴/۵ درصد به دست آمد. در رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر روی پایه GF_{677} و پایه شاهد GF_{677} افزایش میزان شوری منجر به افزایش مقدار پتاسیم برگی گردید و این ها با افزایش سطح تنش مقدار پتاسیم بیشتری را در قسمت برگی خود تجمع دادند. بیشترین نسبت سدیم به پتاسیم در پایه بادام بذری به میزان ۲۲/۷ به دست آمد و رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده روی پایه GF_{677} با مقدار ۰/۴۳ کمترین نسبت سدیم به پتاسیم را به خود اختصاص داد. در مجموع بر اساس نتایج ارائه شده می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که در بین ترکیب‌های پیوندی و پایه‌های مورد بررسی، رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده روی پایه GF_{677} متحمل‌ترین ترکیب پیوندی و همان رقم پیوند شده روی پایه بادام بذری حساس‌ترین ترکیب پیوندی به تنش شوری بود.

جدول ۱- اثر متقابل شوری و رقم بر غلظت عناصر معدنی ریشه و برگ پایه‌ها و ترکیبات پیوند

Cultivar	EC dS/m	N mg.kg^{-1}		P mg.kg^{-1}		K mg.kg^{-1}		Na mg.kg^{-1}	
		Leaf	Root	Leaf	Root	Leaf	Root	Leaf	Root
Tetra	0.3	1.9e-h	0.965i-l	0.188c-e	0.111l-o	1.09no	0.511d-i	0.333o-q	0.318t
	2	1.83e-i	1.13e-h	0.193b-d	0.115n-p	1.19l-n	0.55b-e	0.456l-q	0.665o-q
	4	1.55l-p	0.923j-m	0.182e-h	0.116l-o	0.96op	0.472g-o	0.672h-m	1.04h-j
	6	1.26r-t	0.659no	0.165l-n	0.118h-m	0.83qr	0.417n-s	0.8h-j	1.25e-g
	8	1.01u	0.567o	0.156p-r	0.119f-k	0.73r	0.309v	1.5c-e	1.44bc
Shahrood 12 grafted on tetra	0.3	2.26a	0.896j-m	0.195b	0.113pq	1.65a-d	0.453j-r	0.341n-q	0.814l-o
	2	2.11a-d	0.96i-l	0.181f-h	0.118h-m	1.69a-c	0.512d-h	0.481k-q	0.965i-k
	4	1.57k-p	1.21d-f	0.165l-n	0.123cd	1.55c-f	0.577bc	0.669h-m	1.32c-f
	6	1.45n-r	1.43a-c	0.156o-r	0.126bc	1.5e-h	0.521d-h	1.09fg	1.42b-d
	8	1.17s-n	1.55a	0.143tv	0.128a	1.41g-j	0.398q-t	1.58c-e	0.567q-s
Biter almond	0.3	1.93d-g	0.959i-l	0.181e-h	0.111q	1.13mn	0.464h-p	0.432m-q	0.451r-t
	2	1.92d-h	0.967i-l	0.169kl	0.116l-o	1.21l-n	0.49e-k	0.572i-p	0.961o-q
	4	1.52m-q	0.94i-m	0.162m-o	0.118h-m	1.29j-l	0.456i-r	0.746h-l	1.215f-h
	6	1.23r-t	0.839k-m	0.156p-r	0.121ef	0.94pq	0.409p-s	1.63cd	1.4b-e
	8	0.99u	0.611o	0.151rs	0.124cd	0.87p-r	0.294v	2.4a	1.5ab
Shahrood 12 grafted on Biter almond	0.3	2b-f	0.927j-m	0.183e-g	0.114n-p	1.62b-e	0.459h-r	0.378m-q	0.313t
	2	2.05a-e	0.982h-k	0.189b-d	0.117j-n	1.7a-c	0.51d-j	0.457m-q	0.612p-r
	4	1.64i-n	1.32cd	0.171i-l	0.12e-i	1.7a-c	0.462h-q	0.605j-p	0.807l-o
	6	1.42o-r	1.48ab	0.151r-t	0.125bc	1.52d-g	0.432l-s	1.35d-f	0.937i-m
	8	1.11s-u	1.53a	0.144s-v	0.125bc	1.43f-i	0.347t-v	2.32ab	1.07h-j
GF677	0.3	1.95c-g	0.814l-n	0.216a	0.115n-p	1.25k-m	0.389s-u	0.418m-q	0.359t
	2	1.86e-h	0.928j-m	0.19b-d	0.115n-p	1.34i-l	0.417n-s	0.51j-q	0.758n-p

IrHC2019

	4	1.56l-p	1.09f-i	0.182e-h	0.12e-i	1.57c-f	0.538b-f	0.63i-o	0.916j-n
	6	1.32q-s	0.793mn	0.167l-n	0.122de	1.45f-i	0.466h-p	1.3ef	1.26d-g
	8	1.02u	0.584o	0.156o-r	0.117j-n	1.36h-k	0.438k-s	1.69c	1.441bc
Shahrood 12 grafted on GF677	0.3	2.14a-c	1.03g-j	0.161n-p	0.115n-p	1.57c-f	0.474g-n	0.375m-q	0.299t
	2	2.16ab	1.22d-f	0.168k-m	0.117j-n	1.62b-e	0.527c-g	0.394m-q	0.436st
	4	1.77g-k	1.31cd	0.176g-j	0.119f-k	1.73ab	0.568b-d	0.545i-q	0.593qr
	6	1.51m-q	1.39a-c	0.161n-p	0.127ab	1.75ab	0.473g-n	0.647i-n	0.771m-p
	8	1.18s-u	1.49a	0.154qr	0.126bc	1.77a	0.415o-s	0.77h-k	0.863k-n
GN15	0.3	1.92d-h	0.995h-k	0.187d-f	0.114o-q	1.13mn	0.497e-j	0.367n-q	1.1g-i
	2	1.89e-h	1.1f-i	0.194bc	0.116l-o	1.26kl	0.485f-l	0.534j-q	1.5ab
	4	1.62i-o	0.873j-m	0.175h-k	0.119f-k	1.45f-i	0.429m-s	0.589i-p	1.62a
	6	1.42p-r	0.615o	0.16n-q	0.124cd	1.25k-m	0.397r-t	0.94gh	0.615p-r
	8	1.06tu	0.525o	0.151r-u	0.121ef	1.09no	0.335uv	2.08b	0.923j-n
Shahrood 12 grafted on GN15	0.3	1.71h-m	0.88l-n	0.178g-i	0.116l-o	1.69a-c	0.571b-d	0.571b-d	0.335t
	2	1.8f-j	0.935j-m	0.179gh	0.117j-n	1.66a-d	0.59b	0.59b	0.461r-t
	4	1.75g-l	1.15e-g	0.17j-l	0.118h-m	1.73ab	0.657a	0.657a	0.612p-r
	6	1.54m-p	1.28c-e	0.153qr	0.125bc	1.76ab	0.527c-g	0.527a	0.791m-o
	8	1.2su	1.32b-d	0.151r-u	0.127ab	1.64a-e	0.479g-m	0.479g-m	0.962i-l

منابع

Arab M.M., Yadollahi A., Shojaeiyan A. and Ahmadi H. 2016. Artificial Neural Network Genetic Algorithm As Powerful Tool to Predict and Optimize In vitro Proliferation Mineral Medium for G × N15 Rootstock. Frontiers in Plant Science, 7, 1–16.

Cha-um, S., Batin, C.B., Samphumphung, T. and Kidmanee, C. 2013. Physio-morphological changes of cowpea (*Vigna unguiculata* Walp.) and jack bean (*Canavalia ensiformis* L. DC.) in responses to soil salinity. Australian Journal Crop Science, 7(13), 2128–2135.

Emami, A. 1996. Plant analysis methods. Institue of agricultural research, education and development. Soil and water organization, (In Farsi)

Felipe A.J. 2009. 'Felinem', 'Garnem', and 'Monegro' Almond × Peach Hybrid Rootstocks. Horticultural Science, 44, 196–197.

Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Zhu, J.K. and Bohnert, H.J. 2000. Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annual Review of Plant Biology, 51, 463-499.

Hu, Y. and Schmidhalter, U. 2005. Drought and salinity, a comparison of their effects on mineral nutrition of plants. J. Plant Nutr. Soil Science, 168, 541–549.

Kamiab, F., Talaie, A., Javanshah, A., Khezri, M. and Khalighi, A. 2012. Effect of long-term salinity on growth, chemical composition and mineral elements of pistachio (Pistacia vera cv. Badami-Zarand) rootstock seedlings. Annals of Biological Research. 3 (12), 5545–5551.

Karimi, S., and Tavallai, V. 2017. Interactive effects of soil salinity and boron on growth, mineral composition and CO2 assimilation of pistachio seedlings. Acta Physiologiae Plantarum, 39(242), 1-10.

Mestrea L., Ángeles M., Jesús A.G., María R., Jorge P. and Ángeles Moreno M. 2015. Influence of peach–almond hybrids and plum-based rootstocks on mineral nutrition and yield characteristics of 'Big Top' nectarine in replant and heavy-calcareous soil conditions. Scientia Horticulturae, 192, 475–481.

Mohammadkhani, N., Heidari, R. and Abbaspour, N. 2015. Salinity effects on Potassium accumulation and transporters expression in grape (*Vitis vinifera* L). Iranian Journal of Plant Physiology, 5(4), 1483–1494.

Momeni, A. 2010. Geographical distribution and salinity levels of Iranian Soil resources. Soil Researchs (Special issue on salinity-A), 24(3), 203-215. (In Farsi)

IrHC2019

Momenpour, A., and Imani, A. 2018. Evaluation of salinity tolerance in fourteen selected pistachio (*Pistacia vera L.*) cultivars. *Advances in Horticultural Science, 32* (2): 249-264. OI:

Momenpour, A., Bakhshi, D., Imani, A. and Rezaei, H. 2015. Effect of salinity stress on growth traits and nutrients concentration in Shahrood-12, Tono and 1-16 alnus genotyopes grafted on GF677 rootstocks. Agricultural Agronomy, 17(1), 197-216. (In Farsi)

Momenpour, A., Imani, A., Bakhshi, D., and Akbarpour, E.(2018. Evaluation of Salinity Tolerance of Some Selected Almond Genotypes Budded on GF_{677} Rootstock. *International Journal of Fruit Science*, 18 (4): 410-435.

Oraei, M. Tabatabaei. J. Fallahi, A. and Imani, A. 2009. The effects of salinity stress and rootstock on the growth, photosynthetic rate, nutrient and sodium concentrations of almond (*Prunus dulcis* Mill.). Journal of Horticultural Sciences, 2009(10), 131-140. (In Farsi).

Parvaneh T., Afshari H. and Ebadi A. 2011. A study of the influence of different rootstocks on the vegetative growth of almond cultivars. African Journal of Biotechnology, 10, 16808–16812.

Taha N.M. and Azza I.M. 2011. Morphological and Anatomical Evaluation of a new five Stone Fruit Rootstocks. Journal of American Science, 7, 135–152.

Wani I.A., Ahanger R.A., Bhat H.A., Lone A.A., Bhat T.A., Malik I.A. and Hassan G.I. 2012. Rootstocks of almond. Journal of Plant Development Sciences, 4, 137–150.

Zakeri Asl, M.A., Bolandnazar, S.A., Ustan, Sh. and Tabatabaei, S.J. 2014. Effect of NaCl and Nitrogen levels on growth, vitamin C concentration and nitrat content in vegetables. Soil and Water Knowledge, 24(1), 239-250. (In Farsi)

Zrig A., H. Ben Mohamed, T. Tounekti, H. Khemira, M. Serrano, D. Valeroc, A.M. Vadel. 2016. Effect of rootstock on salinity tolerance of *sweet almond* (cv. Mazzetto). South African Journal of Botany, 102, 50–59.

Investigation nutrition elements in grafted combinations of almond compared with non-grafted rootstocks under salinity stress

Taher Saghali[1], Mohammad Esmaeil Amiri [2], Ali Momenpour*[3]. Ali Imani[4]

[1] PhD Student, Department of Horticultural Science, Zanjan University, Zanjan, Iran

[2] Professor, Department of Horticultural Science, Zanjan University, Zanjan, Iran Assistant Professor,

[3*] National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran

[4] Associate Professor, Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

[*]*Corresponding Author: a.momenpour@areeo.ac.ir*

Abstract

Salinity is one of the most important abiotic stresses that disrupts the absorption and transmission of elements in plants. Therefore, a factorial experiment based on a completely randomized design with two factors including rootstock and rootstock and scion combination (vegetative rootstocks: GF_{677}, GN_{15}, and tetra and seedling rootstock of bitter almond as control and Shahrood-12 on four mentioned rootstocks) and salinity factor irrigation water (non-saline irrigation and salinity 2, 4, 6 and 8 dS/m) were used to study the effect of salinity stress on absorption and transport of nutrients of nitrogen, phosphorus, potassium, sodium in rootstocks and rootstock and scion combinations done. The results showed that increasing salinity up to 8 dS/m would reduce the leaf nitrogen content of Shahroud-12 cultivar in grafted form and non-grafted rootstocks. With increasing salinity up to 8 dS/m, the highest and lowest reductions in leaf phosphorus content were observed on the control (non-grafted) GF_{677} and shargood-12 cultivars on GF_{667}, respectively. Increasing salinity resulted in increased potassium content of Shahrood-12 on GF_{677} and non-grafted GF_{677} rootstock. The results also showed that, with increasing salinity, the ratio of sodium/nitrogen in the root of the control rootstocks increased and salinity of 8 dS/m had the highest effect. In salinity of 8 dS/m the highest and lowest sodium/potassium ratio was observed in the seedling rootstock of bitter almond and Shahrood-12 on GF_{677} rootstock was observed. The results showed that Shahrood-12 grafted onto GF_{677} was the most tolerance compound to salinity.

Keywords: Abiotic stress, Rootstock and scion, Sodium, Phosphorus, Potassium

IrHC2019