

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

طاہر سقلی^۱، محمد اسماعیل امیری^{۲*}، علی ایمانی^۳، حامد رضایی^۴ و علی مومن پور^۵

۱ و ۲. دانشجوی دکتری و استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۳. دانشیار، پژوهشکده میوه‌های سردسیری و معتدله، مؤسسه تحقیقات باغبانی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،

تهران، ایران

۴. استادیار، تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۵. استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۴/۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۴)

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک، جذب و انتقال برخی عناصر غذایی بادام آزمایشی به صورت فاکتوریل در پایه طرح کاملاً تصادفی با دو عامل ترکیب پیوندی و پایه هرکدام در ۴ سطح (پایه‌های رویشی GN15، GF677 و تترا و پایه بذری بادام تلخ به عنوان شاهد و پیوند شاهرود-۱۲ بر روی چهار پایه ذکر شده) و عامل شوری آب آبیاری در پنج سطح (۰/۳، ۲، ۴، ۶ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر)، صورت گرفت. نتایج نشان داد افزایش شوری تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر سبب کاهش نیتروژن برگ رقم شاهرود-۱۲ در حالت پیوندی و پایه‌های غیر پیوندی شد. با افزایش شوری تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر، بیشترین و کمترین کاهش در مقدار فسفر برگ نیز به ترتیب در پایه شاهد (غیر پیوندی) GF677 و رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر پایه GF667 مشاهده شد. افزایش میزان شوری منجر به افزایش مقدار پتاسیم برگ رقم شاهرود-۱۲ پیوند شده بر پایه GF677 و پایه شاهد GF677 گردید. با افزایش شوری نسبت سدیم/نیتروژن در ریشه پایه‌های شاهد افزایش یافت. در شوری ۸ دسی‌زیمنس، بیشترین و کمترین نسبت سدیم/پتاسیم نیز به ترتیب در پایه شاهد بادام تلخ بذری و شاهرود-۱۲ پیوند شده روی پایه GF677 مشاهده شد. نتایج نشان داد ترکیب شاهرود-۱۲ پیوند شده بر روی GF677 متحمل‌ترین ترکیب به شوری بود.

واژه‌های کلیدی: تنش غیرزیستی، پایه و پیوندک، سدیم، فسفر، پتاسیم.

Investigation and comparison of some morphological traits and the status of leaf and root nutrients in some grafted combinations of almond compared with non-grafted rootstocks under salinity stress

TaHER Sagali¹, Mohammad Esmaeil Amiri^{2*}, Ali Imani³, Hamed Rezaei⁴ and Ali Momenpour⁵

1, 2. Ph.D. Candidate and Professor, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

3. Associate Professor, Temperate Fruit Research Center, Horticultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

4. Assistant Professor, Soil and Water Research, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran

5. Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran

(Received: Jun. 24, 2018 - Accepted: Dec. 25, 2018)

ABSTRACT

In order to study the effect of salinity stress on morphological characteristics, absorption and transport of some nutrients of almond, a factorial experiment based on a completely randomized design with two factors including rootstock and rootstock and scion combination in four levels (vegetative rootstocks: GF677, GN15, and tetra and seedling rootstock of bitter almond as control and Shahroud-12 on four mentioned rootstocks) and salinity of irrigation water in five levels (0.3(control), 2, 4, 6 and 8 dS/m) were used. The results showed that increasing salinity up to 8 dS/m reduced 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 reduction in leaf phosphorus content were observed on the control (non-grafted) GF677 and Shahroud-12 cultivars on GF667, respectively. Increasing salinity resulted in increased potassium content of Shahroud-12 on GF677 and non-grafted GF677 rootstock. The results also showed that with increasing salinity, the ratio of sodium/nitrogen in the root of the control rootstocks increased. In salinity of 8 dS/m the highest and lowest sodium/potassium ratio was observed in the seedling rootstock of bitter almond and Shahroud-12 on GF677 rootstock. The results showed that Shahroud-12 grafted onto GF677 was the most tolerance compound to salinity.

Keywords: Abiotic stress, rootstock and scion, sodium, phosphorus, potassium.

* Corresponding author E-mail: m-amiri@yahoo.com

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. تنش‌های غیرزیستی مانند خشکی، شوری، دمای بالا، سمیت مواد شیمیایی و تنش‌های اکسیداتیو تهدیدی جدی برای کشاورزی و محیط زیست می‌باشد. افزایش شوری زمین‌های زراعی، اثرات مخرب جهانی داشته و پیش‌بینی شده است که ۳۰ درصد از اراضی کشاورزی در ۲۵ سال آینده و تا ۵۰ درصد تا سال ۲۰۵۰ غیر قابل استفاده شوند (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) به واسطه تجمع بالای یون‌هایی از قبیل سدیم و کلر در کلروپلاست رخ می‌دهد (Chaum *et al.*, 2013).

پژوهش‌های انجام یافته، نشان می‌دهند که شوری باعث کاهش رشد و نمو بادام (*Prunus dulcis* Mill.) می‌گردد و این تغییرات در بین رقم‌های مختلف متفاوت می‌باشد. شاخص‌های مورفولوژیکی بادام از جمله رشد طولی، قطر تنه، ضخامت برگ‌ها و حوزه گسترش ریشه‌ها با افزایش شوری، کاهش می‌یابند که علت این کاهش رشد و عملکرد را معمولاً مربوط به سمیت یونی و تنش خشکی ناشی از افزایش پتانسیل اسمزی محلول خاک دانسته‌اند (Momenpour *et al.*, 1997; Noitskis, 2015). مطالعات (Noitskis *et al.*, 1997) نشان داد که رقم‌های بادام واکنش‌های متفاوتی به سطوح مختلف شوری نشان می‌دهند. در تحقیقی دیگر مشخص شده که با افزایش سطح شوری، شاخص‌های رشدی گیاهان به‌طور معنی‌داری

کاهش می‌یابند و کمترین میزان رشد و درصد نکروزه شدن برگ در سطوح شوری ۸ و ۱۶ دسی‌زیمنس بر متر به‌ترتیب در رقم‌های بادام آراز، اسکندر و نان پاریل و بیشترین درصد نکروزه شدن برگ به‌ترتیب در رقم‌های منقا، سهند و آذر مشاهده شد (Bayburdi, 2013). در پژوهش دیگری، اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در برخی از رقم‌های انتخابی بادام پیوندشده روی پایه GF677 بررسی و گزارش شد که با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن، شاخص‌های رشدی شامل ارتفاع شاخه، قطر شاخه، تعداد برگ کل، تعداد برگ‌های سبز، تراکم برگ روی شاخه اصلی، سطح برگ و نسبت سطح برگ، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک اندام هوایی و وزن تر و خشک ریشه، در تمامی رقم‌های مطالعه‌شده، کاهش یافتند. همچنین آن‌ها گزارش کردند، با افزایش سطوح شوری تا ۹/۸ دسی‌زیمنس بر متر، نشانه‌های سوختگی در حاشیه برگ‌های رقم‌های مطالعه‌شده به تدریج ظاهر و با حالت پیش رونده در طول زمان، باعث پژمردگی و در نهایت ریزش کامل برگ‌ها می‌شود که این روند در میان رقم‌ها متفاوت بود، به‌طوری‌که رقم شاهرود-۱۲ کم‌ترین علائم را نشان داد (Momenpour *et al.*, 2015). تنش شوری سبب ایجاد رقابت بین جذب سدیم و کلر با دیگر عناصر معدنی نظیر پتاسیم، کلسیم و نیترات شده و همچنین تعادل الکتروشیمیایی عناصر معدنی را به هم می‌ریزد (Hu & 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 پیوندشده روی پایه GF667 تحت تنش شوری نشان دادند که در تمامی رقم‌های مطالعه‌شده، 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 دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. آن‌ها همچنین نشان

استفاده از این پایه می‌توان رشد زیاد رقم‌های هلویی که در خاک‌های حاصلخیز کشت شده‌اند را کاهش داد تا بتوان تراکم کشت را افزایش داد (Mestrea *et al.*, 2015)، پایه GN15 (منشأ اسپانیا، هیبرید بین بادام اسپانیایی به نام غرفی به‌عنوان والد مادری و هلو شمال آمریکا به نام نمارد به‌عنوان والد پدری، مقاوم به نمادگر ریشه، کم‌آبی و خاک‌های آهکی، سازش‌پذیری پیوندی با بسیاری از رقم‌های هلو و بادام و همچنین برخی از رقم‌های آلو و زردآلو (Arab *et al.*, 2009; Felipe, 2016)) و GF677 (منشأ فرانسه، دو رگ طبیعی بادام و هلو، مقاوم به خشکی، کمبود آهن و فقر مواد غذایی (اورعی، ۱۳۸۸)) نسبت به شوری در مقایسه با ترکیب رقم شاهرود-۱۲ (منشأ ناشناخته) پیوندشده 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 و صفات مورفولوژیکی مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، اثر تنش شوری بر غلظت عناصر غذایی در ریشه و برگ و صفات مورفولوژیکی پایه‌های رویشی GF677، GN15 و تترا و پایه بذری بادام تلخ به‌عنوان 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 در هشت سطح (پایه‌های رویشی GF677، GN15 و تترا و پایه بذری بادام تلخ به‌عنوان شاهد و پیوند شاهرود ۱۲ بر روی پایه‌های مذکور) و فاکتور شوری آب آبیاری در پنج سطح (آبیاری غیر شور (آب شهری با EC ۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر) و شوری ۲، ۴، ۶ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر) در سه تکرار در گلخانه مؤسسه علوم باغبانی کرج و در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ انجام شد. در این آزمایش رقم شاهرود ۱۲ به‌صورت پیوند شکمی روی پایه‌های GF677، GN15، پایه بذری بادام تلخ و تترا در سال ۱۳۹۵ پیوندشده و هریک از پایه‌های نامبرده بدون عمل پیوند و در گلدان‌های دارای ۱۸/۵ کیلوگرم خاک رشد نمودند. در فروردین ماه ۱۳۹۶

دادند که نوع رقم در ممانعت از جذب سدیم و کلر توسط ریشه و انتقال آن به قسمت هوایی مؤثر است.

Zrig *et al.* (2016) پاسخ‌های دو پایه بادام را به ترکیب‌های مختلف نمک کلرید در محیط رشد را بررسی نمودند و نشان دادند وقتی که نمک‌های KCl و CaCl₂ همراه با NaCl به پایه‌های بادام اضافه شد، مقادیر Ca²⁺ و K⁺ کاهش یافت که منجر به کاهش نسبت‌های Ca²⁺/Na⁺ و K⁺/Na⁺ گردید. Zrig *et al.* (2016) با بررسی تأثیر پایه روی تحمل شوری بادام شیرین (رقم مازتو) نشان دادند برگ‌های رقم مازتو پیوندشده روی پایه گارنم-۱۵ وضعیت تغذیه‌ای بهتر را با مقادیر بالاتر K⁺ و Ca²⁺ و Na⁺ پایین‌تر در مقایسه با رقم مازتو پیوندشده روی GF667 را نشان دادند.

Momenpour *et al.* (2015) نشان دادند که پیوند رقم شاهرود ۱۲ بر روی پایه GF677 نسبت به سایر رقم‌های پیوندشده روی GF667 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 (منشأ 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 پیوندشده 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 (منشأ ایتالیا، مناسب برای انواع مختلف خاک حتی خاک‌های سنگینی که هلو معمولاً از آب ماندگی در آن رنج می‌برد، به جز خاک‌های اسیدی (Taha & Azza, 2011) در خاک‌های شدیداً آهکی این رقم تعادل خوبی در مواد غذایی ایجاد می‌کند هرچند نسبت به GF677 تفاوت معنی‌داری ندارد (Mestrea *et al.*, 2015). مقاومت بالا به نمادگر ریشه، مقاومت متوسطی نسبت به *Meloidogyne javanica* دارد. این پایه در گروه پایه‌های نیمه کوتاه گروه‌بندی شده است (Taha & Azza, 2011) با

به طوری که طی دوره آزمایش، 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، اعمال شدند. تعداد دفعات کمتر آبیاری در سطوح ۶ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر به دلیل کاهش سرعت رشد گیاهان و کاهش تبخیر و تعرق توسط آن‌ها از یک طرف و وجود نمک بیشتر در خاک این گلدان‌ها از طرف دیگر بود. این شرایط باعث حفظ طولانی‌مدت تر رطوبت شده و فاصله زمانی بین دو آبیاری را افزایش می‌داد و در نتیجه تعداد دفعات آبیاری در تیمارهایی با غلظت بالاتر شوری در طول دوره آزمایش نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافت.

به منظور اندازه‌گیری میزان افزایش قطر، ارتفاع و تعداد برگ سبز گیاهان مورد نظر، قبل از شروع اعمال تیمار شوری، قطر و ارتفاع آن‌ها یادداشت گردید و مجدداً صفات مورد نظر در پایان آزمایش اندازه‌گیری شدند و مقادیر افزایش یافته محاسبه شدند. به منظور اندازه‌گیری وزن تر و خشک برگ‌ها، شاخه اصلی و انشعابات شاخه اصلی در پایان آزمایش از گیاهان جدا و وزن شدند و سپس به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و وزن خشک آن‌ها محاسبه شد. با جمع کردن وزن برگ‌ها و شاخه‌ها وزن اندام هوایی محاسبه شد. همچنین در پایان آزمایش به منظور 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 کج‌دال)، فسفر (دستگاه اسپکتروفتومتر (BT600 Plus, Canada) و جذب در طول موج ۴۵۰ نانومتر)، پتاسیم، سدیم (با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر (JENWAY مدل PFP7))، کلسیم (تیتراسیون با EDTA ۰/۰۱ نرمال) و کلر (تیتراسیون با نترات نقره ۰/۰۵ 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 نرم‌افزار MSTATC (ورژن ۲.۱۰)، صورت گرفت.

نهال‌های پیوندی سربرداری شدند و پس از رشد کافی پیوندک‌ها، اعمال تیمارهای شوری در آخر خردادماه (یکسال پس از عمل پیوند) آغاز شد و به مدت سه ماه (۹۱ روز) ادامه یافت. برای این منظور اعمال تیمارهای شوری ۲، ۴، ۶ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر، از نمک کلرید سدیم استفاده شد (جدول ۱). برای اجتناب از ایجاد شوک ناگهانی و پلاسمولیز، افزودن شوری آب آبیاری به صورت تدریجی انجام و در مدت یک هفته به غلظت نهایی رسانده شد. بدین منظور، ابتدا گیاهان با تیمارهای ۰/۵، ۲ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر، با رعایت کسر آبخوبی آبیاری شدند و برای اعمال تیمار شوری با غلظت‌های ۶ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر، در مرتبه دوم گیاهان با تیمار ۶ دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شدند. در نهایت در مرتبه سوم (یک هفته پس از شروع آزمایش) گیاهانی که قرار بود با تیمار ۸ دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شوند، با این شوری آبیاری شدند. در این آزمایش کسر آبخوبی به صورت 25 ± 3 ٪ (۲۲-۲۸ درصد) بود که این (کسر آبخوبی) را با دو روش یعنی براساس نسبت EC آب ورودی به خروجی و نسبت حجم آب خروجی به حجم آب ورودی کنترل شد. به این صورت هر مرتبه در حدود دو لیتر آب از تیمارهای مختلف به هر گیاه داده می‌شد. میانگین EC آب در طول دوره تیمار (۹۱ روز) به ترتیب زیر بود.

برای EC، ۲ دسی‌زیمنس بر متر 1 ± 8 دسی‌زیمنس بر متر و برای EC، ۴ دسی‌زیمنس بر متر 2 ± 16 دسی‌زیمنس بر متر و برای EC، ۶ دسی‌زیمنس بر متر 2 ± 24 دسی‌زیمنس بر متر و برای EC، ۸ دسی‌زیمنس بر متر 2 ± 32 دسی‌زیمنس بر متر بود. روش دیگر کنترل نیز همان‌طور که در بالا گفته شد بر اساس اندازه‌گیری حجم زه‌آب خروجی به حجم آب ورودی بود. در طول این آزمایش حجم زه‌آب خروجی 50 ± 50 سی‌سی بود.

میزان رطوبت خاک گلدان‌ها در سطح ظرفیت مزرعه، قبل از انتقال گیاهان به گلدان، به کمک دستگاه صفحه فشار مدل (F1, USA) تعیین شد. آبیاری گلدان‌ها با توجه به تغییرات وزن آن‌ها و نیاز آبخوبی انجام شد.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مخلوط خاکی مورد استفاده قبل از اعمال تیمارها

Table 1. Physico chemical properties of soil before appling of treatments			
Properties	Value	Properties	Value
Saturation moisture%	41	Texture	Loam
Field capacity%	20.14	Soluble Ca (mg/L)	116.5
Wilting point%	10.1	Mg (mg/L)	291.2
Salinity dS/m	1.50	Calcium carbonate%	12.6
Soil pH	7.5	Cu (mg/Kg)	2.6
N%	0.21	Z (mg/Kg)	6.4
Organic carbon%	1.7	Ava. Fe (mg/Kg)	23.9
Absorbable phosphorus (mg/Kg)	101.1	Ava. K (mg/Kg)	580
Sand%	39	Ava. Mn(mg/Kg)	21.2
Silt%	44	Soluble Na (mg/L)	78.15
Clay%	17		

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیکی

شاهد نیز به ترتیب در پایه‌های تترا (۳۸/۵ درصد) و بادام بذری (۵۲/۵ درصد) به دست آمد. در مجموع در بین تیمارهای مورد بررسی، شاهرود-۱۲ پیوندشده بر روی پایه‌های مختلف، پیوند این رقم روی پایه GF677 شرایط بهتری نسبت به سایر ترکیب‌های پیوندی داشت (جدول ۳).

سطوح مختلف شوری باعث کاهش معنی‌دار تعداد برگ در شاخه اصلی و همچنین جمع کل برگ‌های پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی شد. بیشترین تعداد برگ در شاخه اصلی در رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه GN15 در سطح شوری ۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۱۱۱ برگ به دست آمد، اما شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش این مقدار برگ به تعداد ۳۵ عدد شد. پایه GF677 نیز در سطح شوری ۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر دارای ۹۹ برگ در شاخه اصلی و مجموع ۴۱۲ برگ بود که در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر مقدار آن‌ها به ترتیب به ۲۹ و ۹۶ عدد کاهش پیدا کرد. در رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده بر پایه GF677 تعداد برگ در شاخه اصلی و مجموع کل برگ‌ها در سطوح شوری ۰/۳ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب برابر ۱۱۳ و ۴۱۲ (در سطح شوری ۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر) و ۳۷ و ۱۱۸ (در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر) بود. نتایج نشان داد رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه GF677 شرایط بهتری نسبت به خود پایه GF677 (به عنوان شاهد و بدون پیوندشده) داشت و بهتر توانست تنش شوری را تحمل نماید (جدول ۳). وزن خشک اندام هوایی نیز در تمامی پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی شاهرود-۱۲ روی پایه‌های مختلف مورد بررسی کاهش معنی‌دار با

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس تأثیر شوری و رقم و اثر متقابل آن‌ها بر خصوصیات مورفولوژیکی پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد اثرات شوری و رقم و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر تمامی خصوصیات مورفولوژیک پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی معنی‌دار بود ($P \leq 0/01$; جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف شوری بر رقم‌های مورد بررسی نشان داد اعمال تنش شوری به صورت معنی‌داری باعث کاهش قطر و ارتفاع پیوندک در همه رقم‌ها شده و همچنین مشاهده شد که بیشترین میزان ارتفاع و قطر پیوندک در تیمار شاهد و کمترین آن در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد. کمترین کاهش ارتفاع پیوندک نسبت به سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر در ترکیب رقم شاهرود-۱۲ روی پایه تترا به میزان ۴۴/۶۱ درصد و بیشترین مقدار کاهش نیز در پایه بادام بذری به میزان ۶۰/۵۳ درصد به دست آمد. پیوند رقم شاهرود-۱۲ پیوند روی پایه GF677 باعث کاهش در میزان کاهش ارتفاع پیوندک نسبت به سطح شوری شاهد و بهبود در مقدار ارتفاع پیوندک گردید. این‌طور به نظر می‌رسد که پایه GF677 توانسته در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر عناصر غذایی و آب را به صورت متعادل‌تری نسبت به سایر پایه‌ها برای پیوندک شاهرود ۱۲ فراهم کند و در نتیجه ارتفاع پیوندک به مقدار کمتری کاهش پیدا کند. کمترین و بیشترین مقدار کاهش قطر پیوندک رقم شاهرود-۱۲ در تیمار شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به سطح تیمار

افزایش میزان شوری را از ۰/۳ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر نشان داد و کمترین و بیشترین میزان کاهش وزن تر اندام هوایی در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به سطح شوری ۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب در پایه تترا (۵۳/۳ درصد) و پایه بادام بذری (۶۲ درصد) مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی پایه های بادام

Table 2. Analysis of variance of morphological traits of almond rootstocks

S.O.V	df	Mean of squer				
		Scion diameter	Scion high	Number of leaf on main stem	Total leaf	Dry weight of arial part
Cultivar	7	6.96**	315.5**	5235.19**	9149.78**	5291.21**
Salinity	4	127.55**	8899.98**	73143.84**	310197.57**	166028.59**
Cultivar× Salinity	28	1.15*	56.47*	433.2*	801*	274.56*
Error	80	0.5	52.38	243.88	653.9	148.51

*, **, Significantly differences at 5 and 1%

* و **: به ترتیب نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال به ترتیب ۵ و ۱ درصد. levels, respectively.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و رقم بر خصوصیات مورفولوژیکی پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی بادام

Table 3. Mean comparison interaction effect of salinity and cultivar on morphological properties of almond rootstocks and grafted combinations of almond

Cultivar	EC dS/m	Scion diameter (mm)	Scion high (cm)	Number of leaf on main stem	Total leaf	Dry weight of arial part(gr)
Tetra	0.3	11.68c-e	102.8b-e	75.33bc	289ef	314c
	2	10.86d-h	92.96c-i	49d-h	255f-h	273de
	4	9.89h-j	83.76g-l	45e-j	190.7j-l	224.7gh
	6	8.36l-o	85g-k	39g-j	138m-o	179.1k
	8	7.18o-q	71.53k-n	18.33lm	80.33p	146.6no
Shahrood 12 grafted on tetra	0.3	14.37b	106.7bc	79.33b	404.7a	364a
	2	11.55c-e	97.6c-g	63.33b-e	249.3d-f	289d
	4	10.31e-i	85.06g-k	46.66d-i	221h-j	242.1fg
	6	9.28i-l	78.93i-m	40.66f-k	180.7 j-m	212.7h-j
	8	7.3n-q	59.1n-p	23k-m		153.3mn
Biter almond	0.3	11.65c-e	103.2b-d	70.66bc	352bc	335.5bc
	2	10.73d-h	89.9d-j	47.66d-i	272e-g	280.9d
	4	9.8h-k	81.6h-l	42.66f-k	178.3j-m	216.9h-j
	6	8.1l-p	70.96l-n	38g-k	114n-p	165.4l-n
	8	5.53r	40.73q	10m	35.33q	126.2o
Shahrood 12 grafted on Biter almond	0.3	12.31c	106.6bc	75.33bc	379.3ab	337.8b
	2	11.43c-f	97.86c-g	60.66b-f	276e-g	290.3d
	4	10.19f-i	87.1f-j	45.66e-j	195.7i-k	213.1h-j
	6	9.21i-l	78.8i-m	37.33g-k	108n-p	173.6lm
	8	6.9pq	54.73op	28i-m	86.33p	142.7no
GF677	0.3	11.71cd	103.7b-d	99.33a	412a	384.8a
	2	11.03c-h	95.06c-h	56.66c-g	311c-e	321.6bc
	4	10.05g-i	85.5f-k	46.66d-i	225h-j	256.2ef
	6	8.55k-n	75.73j-m	34h-l	150k-n	197.7jk
	8	6.17qr	51.16p-q	29.66h-l	96op	158.9l-n
Shahrood 12 grafted on GF677	0.3	14.38b	112.4ab	113.7a	412.7a	380.5a
	2	11.6c-e	99.46b-f	69.33bc	339.3b-d	332.6bc
	4	10.32e-i	94.7c-h	63.33b-e	241.7g-i	286.8de
	6	9.74h-k	82.8h-l	41.66f-k	178.3j-m	222.3g-i
	8	7.87m-p	65.83m-o	37.66g-l	118.3n-p	163.5l-n
GN15	0.3	12.26c	106.4bc	76.33bc	352bc	372.6a
	2	11.32c-g	94.1c-h	57.66c-g	272.7e-g	324.9bc
	4	10.14f-i	86.26f-j	45.33e-j	198.7ij	256.7ef
	6	8.65j-m	77.5j-m	37.66g-l	138m-o	198.6jk
	8	6.86pq	49.63pq	26j-m	97op	163.1l-n
Shahrood 12 grafted on GN15	0.3	15.96a	120.2a	111.3a	383.3ab	373.2a
	2	11.64c-e	102.5b-e	65.66b-d	314.7ce	318.5bc
	4	10.42d-i	89.06e-j	47.66d-i	223.3h-j	242.4fg
	6	9.77h-k	81.3h-l	40.33g-k	149.7l-n	201.5ij
	8	7.75m-p	60.96n-p	35.33h-l	94.33op	151.5mn

اعداد با حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده نبود تفاوت معنی داری بر اساس آزمون دانکن و در سطح احتمال ۰/۰۱ می باشد.

Numbers with same letter are not significant according to Duncan's multiple range test at 0.01 probability.

تیمارهای شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر و بیشترین مقدار آن نیز در تیمارهای شوری ۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر (شاهد) به‌دست آمد. در بین تیمارهای مورد بررسی نیز، بیشترین مقدار نیتروژن برگ در رقم شاه‌رود-۱۲ پیوندشده بر پایه تترا مشاهده شد که بیشترین مقدار نیتروژن برگ در این رقم در شوری ۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۲/۲۶ درصد به‌دست آمد. همان‌طور که بیان شد با افزایش سطح شوری تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر از مقدار نیتروژن برگ کاسته شد و مقدار آن به ۱/۱۷ درصد رسید که کاهش ۴۸/۲ درصدی را نشان می‌دهد (جدول ۵). بعد از این ترکیب پیوندی، رقم شاه‌رود-۱۲ پیوندشده بر پایه GF667 قرار داشت که با داشتن ۲/۱۴ درصد نیتروژن برگ در سطح شوری ۰/۳ دسی‌زیمنس 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 ۵). 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، GF667 و GN15 با افزایش شوری تقریباً میزان نیتروژن ریشه به‌صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرد و کمترین و بیشترین مقدار نیتروژن ریشه به‌ترتیب سطح شوری ۸ و ۰/۳ دسی‌زیمنس 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 دسی‌زیمنس بر متر به‌دست آمد. در بین ترکیبات پیوندی مورد بررسی نیز رقم شاه‌رود-۱۲ پیوندشده بر روی پایه تترا دارای بیشترین مقدار نیتروژن ریشه در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۱/۵۵ درصد به‌دست آمد و پس از آن رقم شاه‌رود-۱۲ پیوندشده بر روی پایه بادام بذری تلخ و شاه‌رود-۱۲ پیوندشده بر پایه GF667 قرار گرفتند (جدول ۵).

براساس نتایج تجزیه واریانس، تأثیر متقابل رقم و سطوح مختلف تنش شوری به‌صورت معنی‌داری مقدار

با مدنظر قراردادن تنها این صفت، به نظر می‌رسد پایه تترا نسبت به سایر پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی آن‌ها تحمل بیشتری به شوری داشته باشد. طبق گزارش Karimi *et al.* (2016) پارامترهای رشدی و مورفولوژیکی پسته نیز تحت تأثیر تنش شوری قرار گرفته و افزایش شوری باعث کاهش این پارامترها گردیده است. نتایج این تحقیق با نتایج Bagherzadeh *et al.* (2016) در پایه‌های پسته بادامی همخوانی دارد. Zrig *et al.* (2016) نیز کاهش معنی‌دار طول پیوندک در نتیجه افزایش تنش شوری را گزارش نمودند. عموماً نتایج نشان داده که تأثیر پایه روی رشد اندام هوایی و خصوصیات مورفولوژیکی با توانایی آن در به حداقل رساندن جذب یون‌های سمی و زمان چرخش مجدد عناصر غذایی مرتبط است (Martines-Rodriguez *et al.*, 2008). غلظت‌های بالاتر Na^+ در خاک یا در آب آبیاری می‌تواند فراهمی عناصر غذایی و جذب را کاهش داده و نسبت‌های Ca^{2+}/Na^+ ، K^+/Na^+ و Mg^{2+}/Na^+ در گیاهان و فعالیت‌های بیوشیمیایی را کاهش می‌دهند (Zrig *et al.*, 2016). همچنین شوری با چندین جنبه فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شامل فتوسنتز، جذب عناصر غذایی و بیوسنتز رنگ‌دانه‌ها و آنتی‌اکسیدانت‌ها و کارکرد آن‌ها تداخل ایجاد می‌کند (Zrig *et al.*, 2016). در نتیجه گیاه به آسیب ویژه یونی و همچنین اختلالات تغذیه‌ای حساس و آسیب‌پذیر می‌گردد که ممکن است رشد و عملکرد را تحت تأثیر قرار دهد (Grattan & Griev, 1999). در این زمینه، توانایی گیاهان پیوند زده شده برای مقابله با اثرات ناشی از تنش شوری تا حد زیادی به پایه بستگی دارد.

نیتروژن و فسفر

نتایج تجزیه واریانس نشان داد 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 ۴؛ $P \leq 0/01$). نتایج مقایسه میانگین نشان داد در همه پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی مورد بررسی افزایش سطح شوری منجر به کاهش معنی‌دار میزان نیتروژن برگ گردید و کمترین مقدار نیتروژن برگ در

پتاسیم در اندام هوایی گردید. در رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده بر روی پایه GF677 و پایه بدون پیوند GF677 نسبت به سایر پایه‌ها و ترکیبات پیوندی افزایش میزان شوری منجر به افزایش مقدار پتاسیم برگ نسبت به شوری ۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر گردید و این‌ها با افزایش سطح تنش مقدار پتاسیم بیشتری را در قسمت برگ خود تجمع دادند. در پایه بدون پیوند GN15 و رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده بر روی این پایه نیز تا سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر شاهد افزایش میزان پتاسیم برگ بودیم و مجدداً با افزایش سطح شوری تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر میزان پتاسیم در برگ کاهش پیدا کرد (جدول ۵). در قسمت ریشه گیاه نیز، نتایج بررسی‌ها نشان داد که در همه پایه‌های مورد بررسی با افزایش میزان شوری تا سطح ۲ و ۴ دسی‌زیمنس بر متر، مقدار پتاسیم در ریشه گیاه افزایش پیدا کرد و مجدداً با افزایش سطوح شوری تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر مقدار آن در ریشه‌ها کاهش پیدا کرد و در ۸ دسی‌زیمنس بر متر به مقدار حداقلی خود رسید. بیشترین مقدار پتاسیم در ریشه‌ها نیز در رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده بر روی پایه GN15 به‌دست آمد که در شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر برابر ۰/۶۵۷ درصد به‌دست آمد که در شوری ۰/۳ و ۰/۴۷۹ دسی‌زیمنس بر متر نیز مقادیر به‌ترتیب ۰/۵۷۱ و ۰/۴۷۹ درصد برای این رقم‌ها ثبت شد (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد افزایش سطح شوری از ۰/۳ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر باعث افزایش معنی‌دار مقدار سدیم برگ در همه پایه‌ها و ترکیبات پیوندی مورد بررسی گردید. پایه‌های بدون پیوند GN15 و بادام تلخ در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر بالاترین تجمع سدیم در برگ را به‌ترتیب با مقادیر ۲/۰۸ و ۲/۴ نشان دادند که افزایش به‌ترتیب ۴/۶۶ و ۴/۵۵ برابری را نسبت به سطح شوری ۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر داشتند. رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده بر بادام تلخ نیز دارای بیشترین مقدار تجمع یون سدیم در برگ در سطوح شوری بالا (۶ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر) نسبت به سایر ترکیب‌های مورد بررسی بود. در مجموع نتایج نشان داد رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده بر پایه‌های GF677 و GN15 و تترتا مقدار سدیم کمتری در سطوح شوری ۶ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر داشتند (جدول ۵). بررسی مقایسه

فسفر ریشه و برگ پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی را تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۵). 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 دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. بیشترین مقدار کاهش فسفر در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به سطح شوری ۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر در پایه بدون پیوند GF667 به میزان ۳۵/۸ درصد مشاهده شد، درحالی‌که کم‌ترین میزان کاهش در رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده بر پایه GF667 به میزان ۴/۵ درصد به‌دست آمد (جدول ۵). 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 دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. بیشترین مقدار فسفر ریشه در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر در رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده بر پایه تترتا به میزان ۰/۱۲۸ درصد به‌دست آمد (جدول ۵). Karimi & Tavallaee (2017) نیز تأثیر منفی شوری بر مقدار جذب عناصر غذایی در پایه‌های پسته را گزارش نمودند. فسفر در تعداد زیادی از فرآیندها شامل فتوسنتز، ذخیره‌سازی و انتقال انرژی، تنظیم آنزیمی و انتقال کربوهیدرات دخالت دارد (Hu & Schmidhalter, 2005). بر اساس نتایج و همچنین نقش فسفر در گیاه می‌توان این‌گونه نتیجه‌گیری کرد که پیوند رقم شاهرود-۱۲ روی پایه GF667 توانسته در مقابل اثرات مضر شوری در جذب و انتقال فسفر فائق آید و در نتیجه متحمل‌تر از سایر ترکیبات باشد.

پتاسیم و سدیم

نتایج تجزیه واریانس نشان داد تیمارهای 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 ۴؛ $P \leq 0.01$). نتایج مقایسه میانگین نشان داد در همه پایه‌های پیوندی و غیر پیوندی، به جز پایه شاهد GF677 و ترکیب شاهرود ۱۲ با پایه GF677، افزایش میزان شوری از سطح ۰/۳ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش معنی‌دار مقدار

آمد. در رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده بر پایه‌های تترا، GF677 و GN15 با افزایش سطح شوری تا ۴ دسی‌زیمنس بر متر با افزایش میزان شوری از ۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر مقدار سدیم ریشه افزایش پیدا کرد و از سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر، مقدار سدیم ریشه کاهش پیدا کرد و در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر به کمترین مقدار خود رسید.

میانگین تأثیر متقابل سطوح شوری در پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی بر مقدار سدیم ریشه نیز نشان داد در پایه‌های تترا، بادام تلخ، رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده بر پایه بادام تلخ و GF677 با افزایش سطوح شوری مقدار سدیم ریشه نسبت به سطح شاهد به‌صورت معنی‌داری افزایش پیدا کرد و بیشترین مقدار سدیم ریشه در این رقم‌ها در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر به‌دست

جدول ۴. تجزیه واریانس عناصر غذایی پایه‌های بادام

Table 4. Analysis of variance of nutritional elements of almond rootstocks

S.O.V	df	Mean of squer							
		N		P		K		Na	
		Leaf	Root	Leaf	Root	Leaf	Root	Leaf	Root
Genotype	7	0.119**	0.6306**	0.00065**	0.000058**	1.182**	0.033**	0.761**	0.6297**
Salinity	4	3.41**	0.1066**	0.0056**	0.000443**	0.155**	0.0781**	6.73**	1.53**
Genotype× Salinity	28	0.025**	0.1624**	0.0018**	0.000011**	0.036**	0.00542**	0.209**	0.2531**
Error	80	0.0069	0.0039	0.000008	0.000001	0.0033	0.00058	0.0143	0.0046

* و **: نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال به‌ترتیب ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

*, **: Significantly differences at 5 and 1 % levels, respectively.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و رقم بر غلظت عناصر معدنی وزن خشک ریشه و برگ پایه‌ها و ترکیبات پیوندی بادام

Table 5. Mean comparison interaction effect of salinity and cultivar on dry weight of leaf and root mineral elements of almond rootstocks and grafted combinations in almond

Cultivar	EC (dS/m)	N (mg.kg DW ⁻¹)		P (mg.kg DW ⁻¹)		K (mg.kg DW ⁻¹)		Na (mg.kgDW ⁻¹)	
		Leaf	Root	Leaf	Root	Leaf	Root	Leaf	Root
Tetra	0.3	1.9e-h	0.965i-l	0.188c-e	0.111i-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
	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

اعداد با حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن و در سطح احتمال ۰/۰۱ می‌باشد.

Numbers with same letter are not significant according to Duncan's multiple range test at 0.01 probability.

پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی مورد بررسی در سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد و سپس با افزایش شوری تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر کاهش پیدا کرد. با افزایش سطح شوری از ۰/۳ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر، بیشترین ($0/435$) و کمترین ($0/197$) کاهش در مجموع غلظت کلسیم و منیزیم ریشه در بین پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی مورد بررسی به ترتیب در ترکیب شاهرود-۱۲/تترا پایه بدون پیوند بادام تلخ بذری و مشاهده شد (جدول ۷). هنگام افزایش مقدار تنش شوری با کلرید سدیم، مقدار Ca^{2+} به صورت معنی‌داری در برگ‌ها کاهش پیدا کرد که بیان می‌کند که رقابت شدید Ca^{2+} - Na^{+} رخ داده است. در کنار آن، افزایش یون‌های نمک در ناحیه ریشه ممکن است میزان جذب را کاهش داده و رشد ریشه را محدود سازد (Chartzlawkiss et al., 2002). نتایج این تحقیق با نتایج (Tounsi et al., 2017) که بیان داشتند با افزایش میزان Na^{+} در ناحیه ریشه میزان جذب Ca^{2+} کاهش می‌یابد، مطابقت دارد.

نسبت سدیم به عناصر معدنی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در ریشه و برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که نسبت سدیم به نیتروژن، فسفر و پتاسیم در ریشه و برگ به صورت معنی‌داری تحت تأثیر متقابل شوری و رقم و سطوح مختلف شوری قرار گرفتند ($P \leq 0/01$; جدول ۶). بر اساس نتایج مقایسه میانگین، نسبت سدیم به نیتروژن برگ در همه تیمارهای مورد بررسی با افزایش سطح شوری تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر کاهش پیدا کرد و کمترین نسبت سدیم به نیتروژن در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد. بیشترین نسبت سدیم به نیتروژن در بین شوری و رقم/ پایه مورد بررسی در رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه GF677 به دست آمد که مقدار آن در سطح تنش شوری شاهد برابر $2/14$ و در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر برابر $1/18$ بود. نتایج نشان داد که در تمام پایه‌های شاهد (غیر پیوندی) با افزایش شوری بر میزان نسبت سدیم به نیتروژن ریشه افزوده شده و

رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده بر پایه GF677 دارای کمترین مقدار تجمع سدیم در ریشه بود و مقدار سدیم ریشه در سطح شوری ۰/۳، ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب برابر $0/299$ ، $0/593$ و $0/863$ درصد به دست آمد (جدول ۵). وقتی گیاهان در معرض شوری القاشده 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 گزارش شد که مقدار پایین‌تر Na^{+} را تجمع نمود و به تجمع پتاسیم تحت شرایط شور در مقایسه با سایر رقم‌ها ادامه داد (Mohammadkhani et al., 2015).

مجموع کلسیم و منیزیم

مقدار مجموع کلسیم و منیزیم ریشه و برگ پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی مورد بررسی به صورت معنی‌داری تحت تأثیر اثر متقابل شوری و رقم قرار گرفت ($P \leq 0/01$; جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین تأثیر متقابل شوری و شوری و رقم بر غلظت کلسیم+ منیزیم برگ نشان داد که در شاهرود-۱۲ پیوندشده بر روی پایه تترا و پایه بادام بذری، افزایش میزان شوری از ۰/۳ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش معنی‌دار مجموع غلظت کلسیم و منیزیم برگ گردید و مقدار کاهش در این دو رقم به ترتیب برابر $52/1$ و $36/7$ درصد بود. بیشترین و کمترین مقدار کاهش در مجموع غلظت کلسیم و منیزیم به ترتیب در GF677 و پیوند شاهرود-۱۲ روی GF677 مشاهده شد. در سایر رقم‌های مورد بررسی، بیشترین مقدار مجموع غلظت کلسیم و منیزیم در تیمار شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد و با افزایش شوری از ۲ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر مجموع غلظت کلسیم و منیزیم در برگ نیز کاهش یافت. بیشترین و کمترین مقدار کاهش در مجموع غلظت کلسیم و منیزیم به ترتیب در تترا و پیوند شاهرود-۱۲ روی GF677 مشاهده شد. مجموع غلظت کلسیم و منیزیم ریشه نیز در همه

شاهد GN15 تا سطح شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر نسبت سدیم به فسفر افزایش پیدا کرد، اما با افزایش سطح شوری تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر، مقدار آن به صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرد (جدول ۷). در همه پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی مورد بررسی افزایش میزان شوری از ۰/۳ تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر نسبت سدیم به پتاسیم به صورت معنی‌داری افزایش پیدا کرد و بیشترین مقدار نسبت این عناصر معدنی در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۷). شکل ۲ به بررسی تغییرات نسبت سدیم به پتاسیم برگ پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی مورد بررسی در سه سطح شوری ۰/۳، ۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر می‌پردازد. همان‌طور که در شکل نیز نشان داده شده است، سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر دارای بالاترین نسبت سدیم به پتاسیم برگ می‌باشد. در سطح شوری ۰/۳ و چهار تفاوت معنی‌داری بین پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی مورد بررسی وجود نداشت، اما در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر تفاوت بین پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی معنی‌دار بود و بیشترین نسبت سدیم به پتاسیم در پایه بادام بذری به میزان ۲۲/۷ به دست آمد و رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه GF677 با مقدار ۰/۴۳ کمترین نسبت سدیم به پتاسیم را به خود اختصاص داد (شکل ۲). نفوذپذیری غشای پلاسمایی در سلول‌های گیاهی ممکن است تحت تأثیر شوری قرار گیرد که جریان رو به داخل یون‌های خارجی و جریان رو به خارج مواد محلول سیستوسولی را افزایش می‌دهد (Bastam *et al.*, 2013). همچنین، NaCl باعث سخت شدگی دیواره سلولی (Nabil & Coudert, 1995) و کاهش هدایت آبی غشای پلاسمایی می‌گردد (Zrig *et al.*, 2016).

بیشترین مقدار این نسبت در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. در رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده بر روی پایه تترا و GF677 تا سطح شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر مقدار این نسبت افزایش پیدا کرد و مجدداً با افزایش شوری مقدار آن کاهش پیدا کرد (جدول ۷). شکل ۱ به مقایسه نسبت سدیم به نیتروژن برگ و ریشه پایه شاهد GF677 و رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده بر روی پایه GF677 می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد در برگ هر دو رقم مقدار سدیم به نیتروژن از سطح شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر به با افزایش شوری به صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرد، اما روند مخالفی در نسبت سدیم به نیتروژن ریشه مشاهده گردید و در ریشه پایه GF677، افزایش اندکی در نسبت سدیم به نیتروژن با افزایش سطح شوری مشاهده گردید، اما در ریشه رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده بر پایه GF677 با افزایش شوری تا ۴ دسی‌زیمنس بر متر نسبت این عناصر اندکی افزایش پیدا کرد، اما در شوری ۴ دسی‌زیمنس تا ۶ دسی‌زیمنس بر متر شاهد افزایش معنی‌دار و شدید در نسبت سدیم به نیتروژن ریشه بودیم که مجدداً در شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به سطح ۶ دسی‌زیمنس بر متر کاهش پیدا کرد (شکل ۱).

با افزایش میزان شوری نسبت سدیم به فسفر برگ افزایش پیدا کرد و در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر به بیشترین مقدار خود رسید. بیشترین مقادیر نسبت‌های سدیم به فسفر در پایه بادام بذری در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۱۵/۹ به دست آمد. در ریشه نیز نسبت سدیم به فسفر در همه تیمارهای مورد بررسی با افزایش شوری افزایش یافت، اما در رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه تترا و پایه

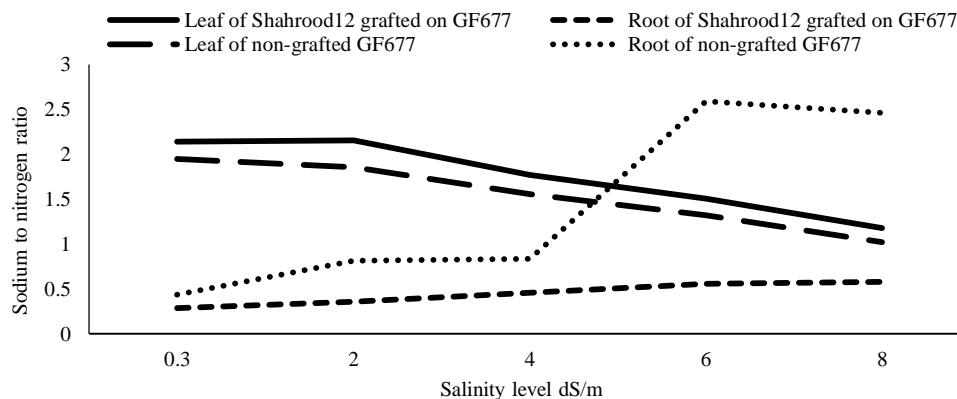
جدول ۶. تجزیه واریانس نسبت عناصر غذایی پایه‌های بادام

Table 6. Analysis of variance of nutritional elements ratio of almond rootstocks

S.O.V	df	Mean of squer							
		Ca+Mg		Na/N		Na/P		Na/K	
		Leaf	Root	Leaf	Root	Leaf	Root	Leaf	Root
Genotype	7	0.575**	0.2884**	0.65**	2.36**	32.45**	48.04**	1.29**	5.27**
Salinity	4	3.3**	0.5762**	4.662**	2.93**	334.55**	88.7**	5.857**	14.19**
Genotype× Salinity	28	0.0842**	0.0075**	0.224**	0.6098**	9.99**	18.06**	0.3164**	1.72**
Error	80	0.0122	0.0006	0.0217	0.0062	0.6135	0.3265	0.015	0.0593

* و **: نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال به ترتیب ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

* **: Significantly differences at 5 and 1 % levels, respectively.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر شوری بر نسبت سدیم به نیتروژن ریشه و برگ پایه شاهرود ۱۲ پیوندشده بر روی GF677 با GF677 بدون پیوند بادام

Figure 1. Mean comparison effect of salinity on root and leaf sodium to nitrogen ratio on Shahroud 12/ GF677 of rootstocks with no graft GF677 of almond

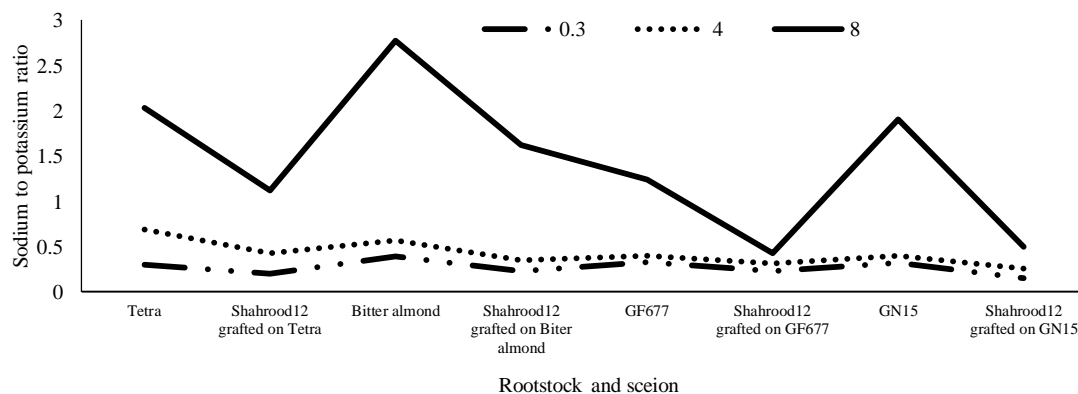
جدول ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل شوری و رقم بر غلظت کلسیم+ منیزیم ریشه و برگ و نسبت غلظت سدیم به نیتروژن، فسفر و پتاسیم پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی بادام

Table 7. Mean comparison interaction effect of salinity and cultivar on leaf and root calcium+magnesium and sodium to nitrogen ratio of almond rootstocks and grafted combinations in almond

Cultivar	EC (dS/m)	Ca+Mg(ppm)		Na/N		Na/P		Na/K	
		Leaf	Root	Leaf	Root	Leaf	Root	Leaf	Root
Mean of squer	-	0.575**	0.2884**	0.65**	2.36**	32.45**	48.04**	1.29**	5.27**
Tetra	0.3	2.84cd	0.894ef	1.9e-h	0.33qr	1.77pq	2.85vw	0.306j-m	0.623q
	2	3.13ab	0.957cd	1.83e-i	0.585l-o	2.36m-q	5.77p-r	0.381j-m	1.2m-p
	4	2.48f-i	0.792g-j	1.55l-p	1.13fg	3.69i-o	8.98h-j	0.697f-i	2.22f-i
	6	2.23h-o	0.7l-o	1.26r-t	1.9b	4.83h-k	10.59e-f	0.96d-f	3.01c-e
	8	1.84r-u	0.686m-p	1.01u	2.53a	9.64cd	12.05b-d	2.03b	4.66a
Shahroud 12 grafted on Tetra	0.3	2.45f-j	0.84f-h	2.26a	0.909hi	1.74pq	7.23k-o	0.207k-m	1.8h-m
	2	2.37g-m	0.893ef	2.11a-d	1gh	2.66l-n	8.15j-l	0.284j-m	1.88h-l
	4	1.89q-s	0.69m-p	1.57k-p	1.08fg	4.05h-n	10.71d-g	0.429i-m	2.29f-h
	6	1.74s-u	0.457st	1.45n-r	0.99gh	6.99e-g	11.34c-f	0.724f-h	2.74d-f
	8	1.61tu	0.405t	1.17s-u	0.366qr	10.98c	4.42s-u	1.119de	1.42l-o
Biter almond	0.3	2.57d-g	0.87f	1.933d-g	0.47n-r	2.39m-q	4.05s-v	0.392i-m	0.972n-p
	2	2.56d-g	0.973b-d	1.92d-h	0.715i-m	3.38j-q	5.97o-r	0.47g-l	1.41l-o
	4	2.27h-n	0.742j-m	1.52m-q	1.29ef	4.6h-l	10.3f-h	0.57g-j	2.67e-g
	6	2.17m-q	0.708l-o	1.23r-t	1.67cd	10.49c	11.63b-e	1.74bc	3.43bc
	8	1.88r-t	0.673n-p	0.993u	2.45a	15.9a	12.12b-d	2.77a	5.18a
Shahroud 12 grafted on biter almond	0.3	2.02h-p	0.777h-k	2b-f	0.338qr	2.07n-q	2.73vw	0.233k-m	0.683pq
	2	2.71c-f	0.892ef	2.05a-d	0.624k-n	2.39m-q	5.2q-s	0.266k-m	1.2m-q
	4	2.1m-r	0.63p	1.64i-n	0.611l-o	3.53i-p	6.73l-p	0.354j-m	1.74h-m
	6	1.82s-u	0.5rs	1.42o-r	0.632k-n	8.93c-e	7.5k-n	0.887ef	2.17f-j
	8	1.56u	0.458st	1.11s-u	0.7j-m	16.06a	8.53i-k	1.62c	3.08ce
GF677	0.3	2.88bc	1.01bc	1.95c-g	0.441n-r	1.93o-q	3.12u-w	0.322j-m	0.924o-q
	2	2.93bc	1.02b	1.86e-h	0.818h-k	2.68l-p	6.57m-q	0.379j-m	1.82h-m
	4	2.48f-i	0.941de	1.56l-p	0.837h-j	3.46j-p	7.65j-m	0.401i-m	1.7h-m
	6	2.19j-p	0.834f-h	1.32q-s	1.59d	7.78d-f	10.33e-h	0.892ef	2.71e-f
	8	1.83r-u	0.725k-n	1.02u	2.46a	10.87c	12.28a-c	1.247d	3.3b-d
Shahroud 12 grafted on GF677	0.3	2.17m-q	0.85fg	2.14a-c	0.289r	2.32m-q	2.6w	0.328k-m	0.633pq
	2	2.41g-l	0.725k-n	2.16ab	0.356qr	2.34m-q	3.74t-w	0.242k-m	0.831o-q
	4	2.5e-h	0.566q	1.77g-k	0.456n-r	3.09k-q	4.97r-t	0.314j-m	1.04n-q
	6	2.02n-s	0.501rs	1.51m-q	0.559l-p	4h-n	6.07n-r	0.368j-m	1.63i-m
	8	1.99o-s	0.434t	1.18s-u	0.581l-o	5g-i	6.87l-p	0.434h-m	2.08g-k
GN15	0.3	2.91bc	1.149a	1.92d-h	1.1fg	1.96o-q	9.68g-i	0.326j-m	2.21f-i
	2	3.24a	1.15a	1.89e-h	1.37e	2.74l-q	12.94ab	0.421i-m	3.11c-e
	4	2.48e-h	1b-d	1.62j-o	1.86bc	3.37j-q	13.62a	0.406i-m	3.8b
	6	2.2i-p	0.887ef	1.42p-r	1gh	5.87f-h	4.94r-t	0.751f-g	1.54j-n
	8	1.96p-s	0.755i-k	1.06tu	1.75b-d	13.83b	7.66j-m	1.9bc	2.75d-f
Shahroud 12 grafted on GN15	0.3	2.32g-m	0.755i-k	1.71h-m	0.414o-r	1.41q	2.89vw	0.149m	0.586q
	2	2.74c-e	0.805g-i	1.8f-j	0.493n-q	1.66pq	3.94s-w	0.179lm	0.78p-q
	4	2.43f-k	0.651op	1.75g-l	0.531m-q	2.64l-q	5.17r-t	0.259k-m	0.931o-q
	6	2.18l-p	0.529qr	1.54m-p	0.617l-n	4.24h-m	6.3m-r	0.37j-m	1.5k-n
	8	1.97o-s	0.455st	1.2s-u	0.725i-l	5.47g-i	7.53k-m	0.501g-k	2.01h-l

اعداد با حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده نبود تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن و در سطح احتمال ۰/۰۱ می‌باشد.

Numbers with same letter are not significant according to Duncan's multiple range test at 0.01 probability.



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر شوری بر نسبت سدیم به پتاسیم برگ پایه‌ها و ترکیبات پیوندی مورد بررسی بادام
Figure 2. Mean comparison effect of salinity on leaf sodium to potassium ratio of almond rootstocks and grafted combinations of almond

مقدار آن به ۱/۱۷ درصد رسید که کاهش ۴۸/۲ درصدی را نشان داد. بیشترین کاهش مقدار فسفر در سطح شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به سطح شوری ۰/۳ در پایه شاهد GF667 به میزان ۳۵/۸ درصد مشاهده شد، درحالی‌که کمترین میزان کاهش در رقم شاهروود-۱۲ پیوندشده بر پایه GF667 به میزان ۴/۵ درصد به‌دست آمد. در رقم شاهروود-۱۲ پیوندشده بر روی پایه GF677 و پایه شاهد GF677 افزایش میزان شوری منجر به افزایش مقدار پتاسیم برگ گردید و این رقم‌ها با افزایش سطح تنش مقدار پتاسیم بیشتری را در قسمت برگ خود تجمع دادند. بیشترین نسبت سدیم به پتاسیم در پایه بادام بذری به میزان ۲۲/۷ به‌دست آمد و رقم شاهروود-۱۲ پیوندشده روی پایه GF677 با مقدار ۰/۴۳ کمترین نسبت سدیم به پتاسیم را به خود اختصاص داد. در مجموع بر اساس نتایج می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود در بین ترکیب‌های پیوندی و پایه‌های مورد بررسی، رقم شاهروود-۱۲ پیوندشده روی پایه GF677 متحمل‌ترین ترکیب پیوندی و رقم شاهروود-۱۲ پیوندشده روی پایه بادام بذری حساس‌ترین ترکیب پیوندی به تنش شوری بود.

نتایج تحقیق Tounsi *et al.* (2017) نیز نشان داد که وقتی مقدار یون‌های Na^+ در شرایط آزمایشی افزایش پیدا کرد، از طریق شوری آب یا به‌واسطه تجمع در ناحیه ریشه، انتخاب‌گری برای K^+ و Ca^{2+} به‌صورت معنی‌دار کاهش پیدا کرد که با نسبت‌های پایین‌تر K^+/Na^+ و Ca^{2+}/Na^+ مشهود بود.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع نتایج نشان داد سطوح مختلف شوری باعث کاهش معنی‌دار تعداد برگ در شاخه اصلی و همچنین جمع کل برگ‌های پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی، قطر و ارتفاع پیوندک و وزن تر اندام هوایی تیمارهای مختلف (پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی) شد. از نظر ارتفاع پیوندک، تعداد برگ در شاخه اصلی و همچنین جمع کل برگ‌های پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی، پیوند شاهروود ۱۲ بر روی GF677 بهتر از سایر پایه‌ها و ترکیبات پیوندی بود، اما پایه تترا نسبت به سایر پایه‌ها و ترکیب‌های پیوندی آن‌ها وضع بهتری از نظر وزن تر اندام هوایی داشت. بر اساس نتایج با افزایش سطح شوری تا ۸ دسی‌زیمنس بر متر از مقدار نیتروژن برگ کاسته شد و

REFERENCES

- Emami, A. (1996). *Plant analysis methods*. Institute of Agricultural Research, Education and Development. Soil and Water Organization. (in Farsi)
- Bagherzadeh, T., Kavusi, H.R., Khezri, M. & Mirzaei, S. (2016). Study the protein expression pattern and some morphological and biochemical traits in white pistachio rootstocks and alnus under salinity stress. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 8(3), 15-32. (in Farsi)
- Bayburdi, A. (2013). Evaluation of the late flowering alnus varieties in salinity stress. *Agronomic and Horticultural Production and Processing Journal*, 3(3), 217-225. (in Farsi)

4. Oraei, M., Tabatabaei, J., Fallahi, A. & 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)
5. Momenpour, A., Bakhshi, D., Imani, A. & Rezaei, H. (2015). Effect of salinity stress on growth traits and nutrients concentration in Shahrood-12, Tono and 1-16 Alnus genotypes grafted on GF677 rootstocks. *Agricultural Agronomy*, 17(1), 197-216. (in Farsi)
6. 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)
7. Zakeri Asl, M.A., Bolandnazar, S.A., Ustan, Sh. & 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)
8. Arab, M.M., Yadollahi A., Shojaeiyan A. & 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.
9. Bastam, N., Baninasab, B. & Ghobadi, C. (2013). Improving salt tolerance by exogenous application of salicylic acid in seedlings of pistachio. *Plant Growth Regulator*, 69, 275-284.
10. Chartzoulakis, K., Loupassaki, M., Bertaki, M. & Androulakis, I. (2002). Effects of NaCl salinity on growth, ion content and CO₂ assimilation rate of six olive cultivars. *Scientia Horticulturae*, 96, 235-247.
11. Cha-um, S., Batin, C.B., Samphumphung, T. & 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.
12. Felipe, A.J. (2009). 'Felinem', 'Garnem', and 'Monegro' Almond×Peach Hybrid Rootstocks. *Horticultural Science*, 44, 196-197.
13. Grattan, S.R. & Grieve, C.M. (1999). Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 78, 127-157.
14. Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Zhu, J.K. & Bohnert, H.J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Biology*, 51, 463-499.
15. Hu, Y. & Schmidhalter, U. (2005). Drought and salinity, a comparison of their effects on mineral nutrition of plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168, 541-549.
16. Kamiab, F., Talaie, A., Javanshah, A., Khezri, M. & 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.
17. Karimi, S. & 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.
18. Martinez-Rodriguez, M.M., Estan, M.T., Moyano, E., Garcia-Abellan, J.O., Flores, F.B., Campos, J.F., Al-Azzawi, M.J., Flowers, T.J. & Bolarin, M.C. (2008). The effectiveness of grafting to improve salt tolerance in tomato when an 'excluder' genotype is used as scion. *Environmental and Experimental Botany*, 63, 392-401.
19. Mehdi-Tounsi, H., Chelli-Chaabouni, A., Mahjoub-Boujnah, D. & Boukhris, M. (2017). Long-term field response of pistachio to irrigation water salinity. *Agricultural Water Management*, 185, 1-12.
20. Mestrea, L., Ángeles, M., Jesús, A.G., María, R., Jorge, P. & 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.
21. Mohammadkhani, N., Heidari, R. & 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. (in Farsi)
22. Nabil, M. & Coudret, A. (1995). Effects of sodium chloride on growth, tissue elasticity and solute adjustment in two *Acacia nilotica* subspecies. *Physiologia Plantarum*, 93, 217-224.
23. Nawaz, K., Hussain, K., Majeed, A., Khan, F., Afghan, S. & Ali, K. (2010). Fatality of salt stress to plants, morphological, physiological and biochemical aspects. *African Journal of Biotechnology*, 9(34), 5475-5480.
24. Noitsakis B., Dimassi, K. & Therios, I. (1997). Effect of NaCl induced salinity on growth, chemical composition and water relation of two almond (*Prunus amygdalus* L.) cultivars and the hybrid GF677 (*Prunus amygdalus-Prunus persica*). *Acta Horticulturae*, 449, 641-648.
25. Parvaneh, T., Afshari, H. & 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.
26. Taha, N.M. & Azza, I.M. (2011). Morphological and anatomical evaluation of a new five stone fruit rootstocks. *Journal of American Science*, 7, 135-152.
27. Wani, I.A., Ahanger, R.A., Bhat, H.A., Lone, A.A., Bhat, T.A., Malik, I.A. & Hassan, G.I. (2012). Rootstocks of almond. *Journal of Plant Development Sciences*, 4, 137-150.
28. Zrig, A., Ben Mohamed, H., Tounekti, T., Khemira, H., Serrano, M., Valeroc, D. & Vadel, A.M. (2016). Effect of rootstock on salinity tolerance of sweet almond (cv. Mazzetto). *South African Journal of Botany*, 102, 50-59.