



به‌زرعی کشاورزی

دوره ۲۱ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۸
صفحه‌های ۹۳-۱۰۵

دگرگونی ویژگی شاخص‌های رشدی بادام رقم شاه‌رود-۱۲ بر روی برخی از پایه‌های

رویشی در تنش شوری

طاهر سقلی^۱، محمد اسماعیل امیری^{۲*}، علی ایمانی^۳، حامد رضایی^۴، علی مومن‌پور^۵

۱. دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
۲. استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، 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 پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۳۰

تاریخ ارسال: ۱۳۹۷/۰۴/۲۸

چکیده

بادام حساسیت بالایی به تنش شوری دارد. انتخاب پایه و پیوندک مناسب یکی از راه‌های کاهش اثرات منفی تنش شوری می‌باشد. در این آزمایش، اثر تنش شوری بر برخی از صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و جذب عناصر آهن، روی و سدیم بادام در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور (ترکیب پایه و پیوندک در هشت سطح و تیمار شوری در پنج سطح) و سه تکرار در سال ۱۳۹۶ در مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی بررسی شد. نتایج نشان داد که با افزایش شوری از ۰/۳ تا هشت دسی‌زیمنس بر متر، بیشترین و کمترین درصد کاهش در وزن خشک ریشه به ترتیب در ترکیب شاه‌رود-۱۲/تترا (۳۷/۸) و GN15 (۱۴/۵) مشاهده شد. کمترین و بیشترین درصد کاهش وزن خشک شاخه اصلی نیز به ترتیب در پایه شاهد بادام تلخ بذری (۳۸/۲) و ترکیب شاه‌رود-۱۲/GN15 (۴۷/۹) مشاهده شد. بیشترین درصد نکرورگی در پایه شاهد بادام تلخ بذری (۲۸/۹۸) و کمترین مقدار آن نیز در ترکیب شاه‌رود-۱۲/GF677 (۹/۹) رخ داد. کمترین و بیشترین درصد تغییر نشت الکترولیت‌ها در پایه شاهد GF677 (۳۰/۷۴) و GN15 (۴۲/۹۳) رخ داده است. بررسی سدیم نیز نشان داد که کمترین و بیشترین درصد تغییر به ترتیب در شاه‌رود-۱۲ پیوند شده روی پایه GF677 (۵۱/۲) و پایه شاهد بادام تلخ بذری (۸۲) مشاهده شد. براساس نتایج، با افزایش تنش شوری میزان عناصر ریشه و برگ در ابتدا افزایش و سپس با افزایش بیشتر در شدت تنش، روندی کاهش به خود گرفت. بر اساس نتایج حاصله، ترکیب شاه‌رود-۱۲/GF677 متحمل‌ترین و ترکیب شاه‌رود-۱۲/بادام تلخ بذری حساس‌ترین ترکیب به تنش شوری بود.

کلیدواژه‌ها: پیوند، عناصر غذایی، صفات فیزیولوژیکی، صفات مورفولوژیکی، NaCl.

مقدمه

بخش عمده مناطق کشور ما، به دلیل بالا بودن مقدار تبخیر و تعرق و پایین بودن میزان نزولات جوی، جزو مناطق خشک و نیمه خشک طبقه بندی می شود (Ashofteh & Beiragi et al., 2011). یکی از مشکلات این مناطق، شوری خاکها می باشد. بر طبق آمار موجود، سطح کل خاکهای شور در ایران حدود ۴۴ میلیون هکتار تخمین زده می شود که حدود ۳۰ درصد مساحت دشتها و متجاوز از ۵۰ درصد اراضی زیر کشت آبی کشور است (Afyouni et al., n.d.). به طور کلی می توان گفت به استثنای اراضی استانهای گیلان و مازندران، تقریباً تمام خاکهای دشت و اراضی پست ایران کم و بیش شور بوده و بیشترین شوری در اراضی آبی مشاهده می شود (Jafarinia, 2011). شوری عامل شناخته شده ای است که تأثیر منفی بر تولید بسیاری از محصولات در سرتاسر جهان دارد (Chaum et al., 2013). این تنش بر برخی فرایندهای متابولیک اصلی از قبیل فتوسنتز، سنتز پروتئین و سوخت و ساز چربیها و ATP تأثیرگذار است (Zrig et al., 2016).

در شرایط شور، تجمع بالایی از یونهای سمی از قبیل سدیم و کلر در کلروپلاست رخ می دهد (Chaum et al., 2013). کاهش میزان رنگیزه های فتوسنتزی، کاهش سطح برگ، کاهش میزان فراهمی CO₂ به علت بسته شدن روزنه ها، کاهش هدایت مزوفیلی، تغییر در فعالیت آنزیمها، آسیب های اکسیداتیو ناشی از تنش به غشاهای فتوسنتزی و کاهش کارایی انتقال الکترون در زنجیره و آسیب به کمپلکس های برداشت کننده نور می توانند از علل تأثیر منفی تنش شوری بر فتوسنتز باشند (Zrig et al., 2016; Parida & Das, 2005; Jafarinia & Shariati, 2012). سطوح بالای شوری با تحت تأثیر قرار دادن و کاهش انتقال انرژی از رنگیزه ها منجر به افزایش میزان فلورسانس کلروفیل از مراکز واکنشی فتوسیستم II می شود. امروزه از

این شاخص برای ارزیابی اثر تنشها روی فتوسیستم II استفاده می گردد (Azizpour et al., 2010). پژوهش های متعددی نشان داده است که آستانه تحمل اکثر درختان میوه هسته دار از جمله بادام نسبت به تنش شوری پایین است، به طوری که در شوری ۲/۸، ۴/۱ و ۷ دسی زیمنس بر متر به ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ درصد از عملکرد آن کاهش می یابد (Grattan & Grieve, 1999). بنابراین، در بادام نیز همانند سایر درختان میوه، انتخاب پایه و پیوندک های متحمل، راهبرد بسیار مناسبی به منظور کاهش عوارض ناشی از شوری به ویژه در نواحی خشک کشور می باشد. پژوهشگران تحمل پایه GF677 نسبت به سطوح مختلف شوری حاصل از نمک طبیعی را مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که این پایه نسبت به شوری، ۴/۹ دسی زیمنس بر متر، متحمل است (Momenpour et al., 2015). همچنین، گزارش شده است که پایه GF677 از طریق مکانیسم تدافعی ایجاد محدودیت در جذب و یا انتقال سدیم به قسمت های هوایی و نیز حفظ سطح مناسبی از پتاسیم، می تواند شوری تا ۵۰ میلی مولار (۵/۲ دسی زیمنس بر متر) را تحمل کند (Emami, 1996). با توجه به گزارش های موجود، از این پایه می توان به عنوان یک پایه متحمل به شوری برای مناطقی با شوری متوسط (در حدود ۵ دسی زیمنی بر متر) استفاده نمود. گرچه شواهد نشان می دهند که بادام رقم شاهرود-۱۲ بر روی پایه GF677 نسبت به شوری متحمل است، ولی هنوز ترکیب این رقم با سایر پایه های متداول مورد تحقیق قرار نگرفته است و اطلاعاتی وجود ندارد؛ بنابراین در این تحقیق اثرات شوری بر تغییرات صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و جذب برخی عناصر غذایی در پایه های بادام تلخ بذری، ترا، GF677 و GN15 و همچنین پیوند ژنوتیپ شاهرود-۱۲ بر پایه های ذکر شده مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت تا متحمل ترین ترکیب پایه و پیوندک شناسایی شود.

دگرگونی ویژگی شاخص‌های رشدی بادام رقم شاهرود-۱۲ بر روی برخی از پایه‌های رویشی در تنش شوری

مواد و روش‌ها

تکرار در گلخانه مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی انجام شد. برای این منظور پایه‌های رویشی حاصل از کشت بافت و پایه بذری حاصل از بذور استراتفیه شده، به گلدان‌های 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. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مخلوط خاکی مورد استفاده و وضعیت رشدی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شروع اعمال تیمار شوری به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند.

در این تحقیق، اثر تنش شوری بر تغییرات صفات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و تغذیه‌ای بادام رقم شاهرود-۱۲ روی برخی پایه‌های پرونوس، تحت تنش شوری در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور شامل ترکیب پایه و پیوندک در هشت سطح (رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه‌های بادام تلخ بذری، تترا، GF677 و GN15 و خود پایه‌ها بدون پیوند) و تیمار شوری آب آبیاری در پنج سطح (آب شهری با شوری ۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر، دو، چهار، شش و هشت دسی‌زیمنس بر متر) در سال ۱۳۹۶ و در سه

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مخلوط خاکی مورد استفاده

ویژگی	مقدار	ویژگی	مقدار
رطوبت اشباع (%)	۴۱	بافت	لوم
رطوبت ظرفیت زراعی (%)	۲۰/۱۴	کلسیم محلول (قسمت در میلیون)	۱۱۶/۵
رطوبت نقطه پژمردگی (%)	۱۰/۱	منیزیم (قسمت در میلیون)	۲۹۱/۲
شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	۱/۵۰	کربنات کلسیم معادل (%)	۱۲/۶
واکنش خاک	۷/۵	مس (قسمت در میلیون)	۲/۶
نیتروژن (%)	۰/۲۱	روی (قسمت در میلیون)	۶/۴
کربن آلی (%)	۱/۷۰	آهن (قسمت در میلیون)	۲۳/۹
فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	۱۰۱/۱	پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون)	۵۸۰
شن (%)	۳۹	منگنز قابل جذب (قسمت در میلیون)	۲۱/۲
سیلت (%)	۴۴	سدیم محلول (قسمت در میلیون)	۸۷/۱۵
رس (%)	۱۷		

جدول ۲. وضعیت رشدی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شروع اعمال تیمار شوری

ژنوتیپ	قطر پیوندک (میلی‌متر)	قطر پایه‌های شاهد در سطح خاک (میلی‌متر)	ارتفاع پایه‌های شاهد (سانتی‌متر)	ارتفاع پیوندک	تعداد برگ
شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه GF677	۹/۶۵	-	-	۷۶/۴۸	۶۷/۰۶
شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه GN15	۹/۸۸	-	-	۷۵/۷۰	۵۶/۱۳
شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه تترا	۹/۴۸	-	-	۷۱/۶۶	۷۵/۶
شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه بذری	۸/۹۵	-	-	۷۱/۷۸	۴۵/۶۶
پایه GF677 (بدون پیوند)	-	۸/۳۹	۶۸/۰۵	-	۷۲/۶
پایه GN15 (بدون پیوند)	-	۸/۶۷	۶۸/۷۰	-	۶۵
پایه تترا (بدون پیوند)	-	۸/۵۶	۷۳/۲۳	-	۳۵/۸
پایه بادام بذری (بدون پیوند)	-	۸/۱۶	۶۴/۲۲	-	۴۹/۷۳

تفاوت‌هایی که در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در هنگام آغاز تیمار شوری مشاهده می‌شود، به دلیل تفاوت در سرعت رشدی آن‌ها است و رشد آن‌ها در داخل گلخانه با شرایط کنترل شده، انجام شده است.

داد اثرهای ساده شوری و ژنوتیپ و همچنین اثر متقابل آنها بر تمامی خصوصیات مورفولوژیک مورد بررسی در پایه‌ها و ترکیبات پایه و پیوندک معنی‌دار بود ($P \leq 0/01$). نتایج مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف شوری بر ژنوتیپ‌های مورد بررسی نشان داد که در همه ژنوتیپ‌ها اعمال تنش شوری به صورت معنی‌داری باعث کاهش وزن تر و خشک ریشه شد به صورتی که بیشترین میزان وزن تر و خشک ریشه در سطح شوری ۰/۳ و کمترین آن در سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد. بیشترین و کمترین مقدار کاهش وزن تر ریشه در تیمار شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر نسبت به سطح آب غیر شور به ترتیب در پایه‌های شاهرود-۱۲ پیوند شده روی پایه تترا (۳۷/۸ درصد) و GN15 (۱۴/۵ درصد) به دست آمد. با افزایش سطح شوری آب آبیاری، بیشترین درصد کاهش وزن خشک ریشه در ترکیب شاهرود-۱۲ پیوند شده روی پایه تترا به میزان ۳۶/۳ درصد به دست آمد. پیوند ژنوتیپ شاهرود-۱۲ روی پایه GF677 تأثیر منفی در میزان کاهش وزن تر ریشه نسبت به سطح شوری شاهد داشت و سبب بهبود مقدار وزن تر و خشک ریشه پیوندک گردید. در مجموع در بین تیمارهای مورد بررسی، شاهرود-۱۲ پیوند شده بر روی پایه‌های مختلف، پیوند این رقم روی پایه GF677 شرایط بهتری نسبت به سایر ترکیبات پیوندی داشت (جدول ۳). کاهش در وزن خشک ریشه گیاه ممکن است به علت اختلال در جذب مواد غذایی لازم برای رشد به دلیل کاهش توسعه سیستم ریشه‌ای باشد. هرگونه اختلال در سیستم جذب و انتقال ریشه در اثر مسمومیت با یون سدیم، باعث عدم توسعه ریشه، چوب‌پنبه‌ای شدن و کاهش رشد و وزن تر و خشک آن می‌شود (Blum, 1988). تأثیر تنش شوری بر کاهش وزن خشک ریشه در گیاهان مختلف از جمله بادام (Momenpour et al., 2015)، گیاه شنبلیله (Farhadi et al., 2014) و وزن خشک ریشه و اندام هوایی در چغندر قند

به منظور کاربرد تیمارهای شوری با غلظت‌های دو، چهار، شش و هشت دسی‌زیمنس بر متر، از نمک کلرید سدیم استفاده شد. برای اجتناب از ایجاد شوک ناگهانی و پلاسمولیز، افزودن نمک‌ها به صورت تدریجی انجام و در مدت یک هفته به غلظت مورد نظر 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 دسی‌زیمنس بر متر آبیاری شدند و در نهایت 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 (FI, USA) تعیین شد. آبیاری گلدان‌ها با توجه به تغییرات وزن آن‌ها و نیاز آبخوبی با استفاده از روش Momenpour et al. (2015) انجام گرفت. به طوری که طی دوره آزمایش (۹۱ روز)، تیمارهای ۰/۳ و دو دسی‌زیمنس بر متر، ۲۲ مرتبه، تیمار چهار دسی‌زیمنس بر متر ۲۱ مرتبه و تیمارهای شش و هشت دسی‌زیمنس بر متر، ۱۹ مرتبه، آبیاری شدند. در پایان آزمایش وزن تر و خشک ریشه و شاخه اصلی (Mousavi et al., 2009)، نکروزه شدن (Karakas et al., 2000)، کلروفیل کل، b و کاروتنوئید (Zrig et al., 2016)، نشست یونی و محتوای نسبی آب برگ (Mehta et al., 2010) و مقدار عناصر غذایی آهن و روی (Emami, 1996) مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. تجزیه و تحلیل داده‌های آماری، با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱)، انجام و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن و نرم‌افزار MSTATC (نسخه ۱۰.۱)، صورت گرفت.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی (جدول ۳)، نشان

دگرگونی ویژگی شاخص‌های رشدی بادام رقم شاه‌رود-۱۲ بر روی برخی از پایه‌های رویشی در تنش شوری

مناسب سلول‌ها و تخصیص بیشتر مواد سنتز شده جهت مقابله با تنش، کوتاه شدن دوره رشد گیاه و نیز مکانیسم‌های فرار از تنش همگی می‌توانند مانع از توسعه عادی سلول‌ها و در نتیجه کاهش وزن خشک گیاه می‌شوند. در نتیجه تنش شوری، تنش‌های ثانویه نظیر تنش اکسیداتیو نیز ممکن است بروز کنند که در این حالت، تولید و تجمع رادیکال‌های فعال به اکسید شدن پروتئین‌ها و لیپیدها و در نتیجه مرگ سلول منجر می‌شود که منجر به کاهش وزن خشک و رشد اندام هوایی گیاهی می‌گردد (Farhadi et al., 2014). کاهش رشد اندام هوایی و ریشه‌ای در پاسخ به تنش شوری پیش‌تر گزارش شده است (Esfandiari et al., 2013). پیامد منفی شوری بر مقدار جذب عناصر غذایی و خصوصیات مورفولوژیکی در پایه‌های پسته مشاهده شده بود (Karimi & Nabil & Tavallai, 2017). نتایج این تحقیق با نتایج Coudret (1995) و Karimi & Nowrozy (2017) مطابقت دارد. جدول ۴ نتایج تجزیه واریانس تأثیر شوری و ژنوتیپ و اثر متقابل آن‌ها بر تغییرات فیزیولوژیکی پایه‌ها را نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که اثرات ساده شوری و ژنوتیپ و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر تمامی صفات فیزیولوژیکی گیاه معنی‌دار بود ($P \leq 0/01$; جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین تأثیر متقابل شوری \times ژنوتیپ نشان داد که در همه پایه‌های مورد بررسی افزایش سطح شوری منجر به کاهش معنی‌دار میزان کلروفیل b و کلروفیل کل برگ گردید و کمترین مقدار نیتروژن برگ در تیمارهای شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر و بیشترین مقدار آن نیز در تیمارهای شوری دو دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد. نتایج نشان داد که با افزایش شوری از ۰/۳ تا دو دسی‌زیمنس بر متر، مقدار کلروفیل b و کلروفیل کل در پایه‌های مورد بررسی افزایش اندکی پیدا کرده و مجدد با افزایش شوری تا چهار، شش و هشت دسی‌زیمنس بر متر کاهش پیدا کرده و در شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر به کمترین مقدار خود رسید.

(Asadinasab et al., 2013) نیز گزارش شده است. سطوح مختلف شوری باعث کاهش معنی‌دار وزن تر و خشک شاخه اصلی پایه‌ها شد. بیشترین مقدار وزن تر و خشک شاخه اصلی در سطح شوری ۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب به میزان ۱۲۷/۴ و ۵۱/۷۷ گرم در رقم شاه‌رود-۱۲ پیوند شده روی پایه GN15 به دست آمد. اما سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش وزن تر و خشک شاخه‌ها به ترتیب به میزان ۷۴/۹۷ و ۲۶/۹۵ گرم گردید. پایه GF677 نیز در سطح شوری ۰/۳ دارای وزن تر و خشک شاخه اصلی به ترتیب ۱۳۳ و ۴۸/۲۶ گرم بود که در شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر، مقدار آن‌ها به ترتیب به ۷۲/۴۸ و ۳۰/۶ گرم کاهش پیدا کرد. مقدار وزن تر و خشک شاخه اصلی رقم شاه‌رود-۱۲ پیوند شده بر پایه GF677 نیز در سطح شوری ۰/۳ و هشت دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۱۱۵/۳ و ۴۶/۹۱ (در سطح شوری ۰/۳) و ۶۹/۷۸ و ۲۴/۹۸ (در سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر) شد. نتایج نشان داد که رقم شاه‌رود-۱۲ پیوند شده روی پایه GF677، شرایط بهتری نسبت به حالت شاهد (پایه پیوند نشده GF677)، داشت و بهتر توانست تنش شوری را تحمل نماید (جدول ۳). درصد مجموع نکرزها نیز در تمامی پایه‌ها و ترکیبات پیوندی شاه‌رود-۱۲ روی پایه‌های مختلف مورد بررسی افزایش معنی‌دار با افزایش میزان شوری از ۰/۳ تا هشت دسی‌زیمنس بر متر را نشان داد و کمترین بیشترین میزان افزایش درصد مجموع نکرزها در سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر نسبت به سطح دو دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب در پایه شاه‌رود-۱۲ پیوند شده روی پایه GF677 (۱۷/۳۶ برابر) و پایه بادام بذری (۲۹/۱۸ برابر) مشاهده شد. در هیچ‌کدام از پایه‌های مورد بررسی، هیچ‌گونه نکرزی در سطح شوری ۰/۳ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده نشد (جدول ۳). در گیاهان تحت تنش شوری، عدم تورژسانس

طاهر سقلی، محمد اسماعیل امیری، علی ایمانی، حامد رضایی، علی مومن پور

جدول ۳. اثر متقابل شوری و ترکیبات پایه و پیوندک بر صفات مورفولوژیکی

ژنوتیپ	سطح شوری	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن تر شاخه اصلی	وزن خشک شاخه اصلی	درصد مجموع نکرزه‌ها
میانگین مربعات	-	۱۷/۰۶**	۴/۱۴**	۴۲/۴۶**	۱۶/۱**	۲۴/۷۶**
پایه تترا	۰/۳	۷۷/۷۳d-f	۲۱/۳۱b-g	۱۱۹/۹bc	۴۷/۴۳c-e	۱۰
	۲	۷۲/۸۱f-l	۲۰/۱۱d-k	۱۰۳/۷e-f	۴۴/۴۵e-g	۰/۶۲kl
	۴	۷۲/۴۵f-m	۱۸/۷۶h-l	۹۳/۱۱j-l	۳۷/۵۲hi	۲/۲۳kl
	۶	۶۹/۶۴k-n	۱۵/۲۳m-o	۷۸/۷۷qr	۳۱/۰۴l-o	۱۱/۲۲ef
شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه تترا	۸	۵۱/۶۱s	۱۳/۷۷op	۷۲/۳۲s-v	۲۹/۷۲n-p	۲۴/۴۹b
	۰/۳	۷۴/۷۱d-k	۲۲/۴a-g	۱۱۳/۵d	۴۸/۰۶c-f	۰l
	۲	۷۴/۱۸e-k	۱۹/۳g-k	۱۰۶/۸ef	۳۳/۲۹k-m	۰/۷۳kl
	۴	۷۱/۸۶h-m	۱۸/۹۲h-k	۹۲/۷۵j-l	۳۳/۸۱j-m	۱/۴۷kl
پایه بادام بذری	۶	۴۶/۹۲t	۱۷/۱۱k-n	۸۹/۰۵l-n	۳۰/۰۷n-p	۶/۲۴g-j
	۸	۶۰/۶۸qr	۱۴/۴۳n-p	۶۸/۱۴uv	۲۴/۱۷q	۱۱/۳۷ef
	۰/۳	۷۶/۲۹d-i	۲۰/۱۹d-k	۱۱۵/۲cd	۴۵/۶۶d-f	۰l
	۲	۷۱/۲۱i-n	۱۹/۷۸f-k	۱۰۱/۶f-h	۴۳/۷۴fg	۰/۹۹kl
شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه بادام بذری	۴	۷۲/۹۵e-l	۱۸/۷۲h-l	۹۱/۱۹k-m	۳۶/۵۳h-k	۲/۱۶j-l
	۶	۷۰/۳۸j-m	۱۷/۲۰k-n	۷۶/۲۲rs	۲۹n-p	۱۴/۶۱de
	۸	۶۷/۳۲m-o	۱۴/۳۱n-p	۶۹/۷۸t-v	۲۸/۲۵op	۲۸/۹۸a
	۰/۳	۷۳/۵e-l	۱۸/۸۴h-l	۱۰۶/۵ef	۴۶/۵۱c-f	۰l
شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه بادام بذری	۲	۷۳/۱۲e-l	۱۷/۳۹j-n	۱۰۳/۶e-g	۳۴/۲۹i-l	۰/۷۳kl
	۴	۶۹/۹۴j-n	۱۷/۰۶k-n	۸۷/۰۸m-o	۳۵/۷۴h-k	۲/۱۹j-l
	۶	۹۳/۵۸a	۱۳/۶۱op	۸۳/۳۸o-q	۲۹/۷n-p	۷/۵۱f-i
	۸	۵۸/۱۵r	۱۱/۶p	۶۷/۲۸v	۲۴/۴۷q	۲۱/۳۶bc
پایه GF677	۰/۳	۸۷/۳b	۲۵/۵۲a	۱۲۳a	۴۸/۲۶cd	۰l
	۲	۷۸/۱۶de	۲۳/۲۲a-e	۱۰۴/۶e-g	۴۵/۴۱d-f	۰/۸۶kl
	۴	۷۳/۵۲e-l	۲۰/۲۴d-k	۹۵/۰۹i-k	۳۷/۹۹h	۲/۵۱j-l
	۶	۷۱/۳۵i-n	۲۲/۹۲a-f	۸۱/۵۴pq	۳۳/۴۷k-m	۰/۶۱f-h
شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه GF677	۸	۷۲/۶۹f-l	۲۱/۳۴b-i	۷۲/۴۸s-v	۳۰/۶m-o	۱۸/۲۴cd
	۰/۳	۷۹/۳۸cd	۲۴/۳۰ab	۱۱۵/۳cd	۴۶/۹۱c-f	۰l
	۲	۷۶/۸۱d-h	۲۱/۵۸b-h	۱۰۷/۵e	۳۶/۴۹h-k	۰/۵۷kl
	۴	۷۳/۸۷e-l	۱۹/۸۵f-k	۹۴/۳j-l	۳۳/۷۹j-m	۱/۲۹kl
پایه GN15	۶	۶۸/۵۴l-o	۱۸/۲۶h-m	۹۱/۳۳k-m	۲۹/۹۹n-p	۴/۵۱i-k
	۸	۶۳/۸۹o-q	۱۷/۹۶i-m	۶۹/۷۸t-v	۲۴/۹۸q	۹/۹fg
	۰/۳	۸۳/۸۲bc	۲۳/۷۵a-c	۱۲۶/۹a	۵۲/۵۹a	۰l
	۲	۷۴/۷۹d-k	۲۰/۹۶c-i	۱۱۷cd	۴۹/۱۷bc	۰/۹۴kl
شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه GN15	۴	۷۹/۸۳e-l	۲۰/۰۳d-k	۱۰۰g-i	۴۲/۲۳g	۲/۶۶j-l
	۶	۷۳/۰۷e-l	۲۰/۷۶c-j	۸۵/۴۶n-p	۳۴/۳۶i-l	۹/۴۱fg
	۸	۷۱/۲۹i-n	۱۹/۸۸e-k	۷۳/۱۸s-u	۳۱/۹l-n	۱۸/۳۵cd
	۰/۳	۷۷/۴۷d-g	۲۳/۲۶a-d	۱۲۷/۴a	۵۱/۷۷ab	۰l
شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه GN15	۲	۷۵/۳۲d-j	۲۰/۷۴c-j	۱۰۸/۳e	۳۷/۹۶h	۰/۵۷kl
	۴	۷۲/۱۶g-n	۲۰/۶۲c-j	۹۶/۸h-j	۳۷/۰۷h-j	۱/۲۹kl
	۶	۶۶/۵۱n-p	۱۷/۰۸k-n	۹۳/۷۵j-l	۳۷/۸۵h	۴/۷۸h-k
	۸	۶۲/۳۵p-r	۱۵/۵۹l-o	۷۴/۹۷t-t	۲۶/۹۵pq	۱۴/۸۸de

مقدار میانگین مربعات برای هر صفت، مربوط به اثر متقابل شوری و ژنوتیپ است (** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد). میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف متفاوت هستند، بر اساس آزمون دانکن، در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند.

دگرگونی ویژگی شاخص‌های رشدی بادام رقم شاهرود-۱۲ بر روی برخی از پایه‌های رویشی در تنش شوری

پایه‌ها و ترکیبات پایه و پیوندک مورد بررسی نشان داد که در همه ژنوتیپ‌ها اعمال تنش شوری به صورت معنی‌داری باعث کاهش محتوای نسبی آب برگ و افزایش نشت یونی شد و در همه ژنوتیپ‌ها بیشترین میزان محتوای نسبی آب برگ در سطح شوری ۰/۳ و کمترین آن در سطح شوری ۰/۳ و کمترین هشت دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد. بیشترین و کمترین مقدار کاهش محتوای نسبی آب برگ رقم شاهرود-۱۲ در تیمار شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر نسبت به سطح آب غیر شور به ترتیب در پایه‌های تترا (۳۱/۳ درصد) و GN15 (۲۰/۵ درصد) به دست آمد. در مجموع نتایج نشان داد که پیوندزنی شاهرود-۱۲ بر روی پایه‌های GF677 و GN15 باعث بهبودی شرایط پایه‌ها از نظر محتوای نسبی آب برگ شده و درصد محتوای نسبی آب برگ‌ها حتی در شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر نیز نسبت به پایه‌های شاهد (GF677 و GN15 بدون پیوند)، بالاتر بود (جدول ۴). دلیل این امر می‌تواند به اثرات تعاملی پایه و پیوندک مرتبط باشد. به عبارتی در ترکیب پیوندی، پایه‌ها مواد مورد نیاز برگ برای ساخت اسمولیت‌ها را بهتر فراهم نموده که منجر به کاهش پتانسیل آب برگ و در نتیجه جذب بیشتر آب در برگ‌ها می‌گردد (Parida & Das, 2005; Demir & Mazi, 2008).

با افزایش سطح شوری به هشت دسی‌زیمنس بر متر، بیشترین افزایش نشت یونی (۴۲ درصد) در پایه GN15 مشاهده شد در حالی که پیوند رقم شاهرود-۱۲ روی پایه GN15 باعث افزایش ۳۶/۵ درصدی نشت یونی در شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر نسبت به سطح غیر شوری گردید که کمتر از حالت غیر پیوندی بود. کمترین میزان افزایش نشت یونی (۳۰/۷ درصد) نیز در پایه GF677 در سطح شوری هشت دسی‌زیمنس نسبت به سطح غیر شور به دست آمد. پیوندزنی شاهرود-۱۲ بر روی این پایه باعث افزایش ۳۷/۷ درصدی میزان نشت یونی در شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر نسبت به سطح غیر شور گردید (جدول ۴).

گزارش‌ها نشان می‌دهند با افزایش شوری میزان رنگیزه‌ها کاهش پیدا می‌کند به عبارتی شوری باعث تخریب ساختمان رنگدانه می‌شود (Lutts et al., 1995; Santos, 2004). بیشترین مقدار کلروفیل کل و کلروفیل b به ترتیب به مقادیر ۱/۸۴ و ۰/۷۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در ژنوتیپ شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه GN15 در سطح شوری ۰/۳ (شاهد) به دست آمد. به همین ترتیب کمترین میزان کلروفیل کل و کلروفیل b به ترتیب به مقادیر ۰/۹۱ و ۰/۲۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در پایه بادام بذری به دست آمد (جدول ۴). نتایج نشان داد که پیوندزنی شاهرود-۱۲ روی پایه GN15 باعث افزایش نسبی میزان کلروفیل کل و کلروفیل b نسبت به پایه شاهد GN15 گردید.

نتایج مقایسه میانگین تأثیر متقابل شوری × ژنوتیپ بر مقدار کاروتنوئید برگ پایه‌های مورد بررسی نیز نشان داد که در تمامی پایه‌ها و ترکیبات پایه و پیوندک مورد بررسی با افزایش مقدار شوری از ۰/۳ تا شش دسی‌زیمنس بر متر تغییر محسوسی در میزان کاروتنوئید پایه‌ها رخ نداد، در حالی که با افزایش میزان شوری از شش تا هشت دسی‌زیمنس بر متر مقدار کاروتنوئید به صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرده و به کمترین مقدار خود رسید که کمترین میزان کاروتنوئید در سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر در پایه تترا و پایه بادام بذری به میزان ۰/۲۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر به دست آمد. کمترین مقدار کاروتنوئید در پایه‌های GF677 و GN15 در سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب به مقادیر ۰/۳۱ و ۰/۳۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر به دست آمد، اما پیوند شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه‌های GF677 و GN15 باعث افزایش مقدار کاروتنوئید در سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر به میزان ۱۱/۷ و ۲۴/۴ درصد نسبت به پایه‌های شاهد GF677 و GN15 شد (جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف شوری بر

طاهر سقلی، محمد اسماعیل امیری، علی ایمانی، حامد رضایی، علی مومن پور

جدول ۴. اثر متقابل شوری و ترکیبات پایه و پیوندک بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی

ژنوتیپ	سطح شوری	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	محتوای نسبی آب برگ	نشت یونی
میانگین مربعات	–	۰/۰۰۸۴**	۰/۰۱۲**	۰/۰۰۴**	۱۷/۱۵**	۵۴/۳۶**
میلی‌گرم بر گرم وزن تر	درصد					
۳۸/۵۷q-s	۰/۳	۰/۷۲a-d	۰/۷۶b-e	۰/۴۸ab	۸۳/۴۱a-c	۳۸/۵۷q-s
۴۶/۴۸l-p	۲	۰/۶۹c-e	۱/۷۳d-f	۰/۴۷a-c	۷۶/۸۷c-i	۴۶/۴۸l-p
۵۳/۹۱g-k	۴	۰/۵۳g	۱/۴۹j	۰/۳۵i	۷۰/۷۷i-m	۵۳/۹۱g-k
۶۴a-d	۶	۰/۳۷kl	۱/۲۱m-o	۰/۴۴d-f	۶۷/۹۴k-m	۶۴a-d
۶۶/۴۱ab	۸	۰/۲۶m	۰/۹s	۰/۲۵k	۵۷/۵۸n	۶۶/۴۱ab
۳۸/۲۲q-s	۰/۳	۰/۷c-e	۱/۸۱b-d	۰/۴۵c-e	۸۳/۸۵ab	۳۸/۲۲q-s
۴۵/۸۷m-p	۲	۰/۷۱b-e	۱/۷۵c-e	۰/۴۴d-f	۷۶/۴۷d-i	۴۵/۸۷m-p
۵۳/۴۱g-l	۴	۰/۶۷d-f	۱/۶۵gh	۰/۴۵c-e	۶۹/۵۲j-m	۵۳/۴۱g-l
۵۳/۹۹g-k	۶	۰/۵۳g	۱/۴۱kl	۰/۴۴d-f	۶۹/۴۶j-m	۵۳/۹۹g-k
۵۷/۸۸d-h	۸	۰/۳۹k	۱/۱۷n-p	۰/۳۱j	۵۷/۵۸n	۵۷/۸۸d-h
۴۳/۸۳n-q	۰/۳	۰/۷c-e	۱/۷۷b-e	۰/۴۵c-e	۸۲/۶۹a-d	۴۳/۸۳n-q
۴۳/۹۵n-q	۲	۰/۷۲a-d	۱/۷۵c-e	۰/۴۹a	۷۸/۵۹b-h	۴۳/۹۵n-q
۵۲/۳۵g-m	۴	۰/۵۱gh	۱/۴۲j-l	۰/۴۳e-g	۷۲/۰۸h-l	۵۲/۳۵g-m
۶۲/۰۳b-e	۶	۰/۳۴l	۱/۱۶o-q	۰/۳۵i	۷۰/۴۶i-m	۶۲/۰۳b-e
۶۹/۰۹a	۸	۰/۲۶m	۰/۹۱s	۰/۲۵k	۵۶/۴۴n	۶۹/۰۹a
۳۷/۵۱q-s	۰/۳	۰/۷۱b-e	۱/۸۲b-c	۰/۴۵c-e	۸۲/۶۹a-d	۳۷/۵۱q-s
۴۷/۴۷j-p	۲	۰/۶۶ef	۱/۷e-g	۰/۴۳e-g	۷۹/۱۵a-g	۴۷/۴۷j-p
۵۰/۷۶h-n	۴	۰/۳۹k	۱/۳۶kl	۰/۳۵i	۷۲/۱۸h-l	۵۰/۷۶h-n
۵۵/۲e-i	۶	۰/۴۸hi	۱/۳۶kl	۰/۳۹h	۶۶/۴۴lm	۵۵/۲e-i
۶۱/۶۳b-f	۸	۰/۳۳l	۱/۰۹qr	۰/۳۲j	۵۶/۷۷n	۶۱/۶۳b-f
۴۰/۶۲p-s	۰/۳	۰/۷۴a-c	۱/۸۳bc	۰/۴۸ab	۸۵/۱۴ab	۴۰/۶۲p-s
۴۵/۷۹m-p	۲	۰/۷c-e	۱/۷۳d-f	۰/۴۸ab	۸۰/۲۵a-f	۴۵/۷۹m-p
۴۷/۷۴j-p	۴	۰/۶۳f	۱/۵۷i	۰/۴۴d-f	۶۴/۰۴m	۴۷/۷۴j-p
۵۹/۳۷c-g	۶	۰/۴k	۱/۲۷m	۰/۳۵i	۷۲/۵۸g-l	۵۹/۳۷c-g
۵۸/۶۵d-g	۸	۰/۳۳l	۱/۰۶r	۰/۳j	۶۴/۴۹m	۵۸/۶۵d-g
۳۴s	۰/۳	۰/۷b-e	۱/۸۳bc	۰/۴۸ab	۸۵/۷a	۳۴s
۴۲/۲۴o-r	۲	۰/۶۹c-e	۱/۷۵c-e	۰/۴۴d-f	۸۱/۳۳a-e	۴۲/۲۴o-r
۴۶/۸k-p	۴	۰/۶۴f	۱/۶۵f-h	۰/۴۲fg	۷۵/۱۶e-j	۴۶/۸k-p
۵۲/۱۶g-m	۶	۰/۵۲gh	۱/۴۳jk	۰/۳۶i	۷۲/۳۴h-l	۵۲/۱۶g-m
۵۴/۶۲f-j	۸	۰/۳۹k	۱/۱۹n-p	۰/۳۴i	۶۴/۹۶m	۵۴/۶۲f-j
۳۷/۷۵q-s	۰/۳	۰/۷۵ab	۱/۸۴b	۰/۴۶b-d	۸۵/۵۱a	۳۷/۷۵q-s
۴۴/۴۴n-q	۲	۰/۶۹c-e	۱/۷۳d-f	۰/۴۲fg	۸۰/۶۶a-f	۴۴/۴۴n-q
۴۸/۲۳i-o	۴	۰/۴۶f	۱/۶۱hi	۰/۴۴d-f	۷۲/۶۹g-l	۴۸/۲۳i-o
۵۵/۶e-i	۶	۰/۳۹k	۱/۲۷m	۰/۳۶i	۷۲/۵۸g-l	۵۵/۶e-i
۶۶/۱۵a-c	۸	۰/۳۷kl	۱/۱۲p-r	۰/۳۱j	۶۷/۴۹k-m	۶۶/۱۵a-c
۳۵/۵۸rs	۰/۳	۰/۷۴a-c	۱/۹۴a	۰/۴۷a-c	۸۵/۸۲a	۳۵/۵۸rs
۴۲/۷۵o-r	۲	۰/۷۶a	۱/۸۴b	۰/۴۶b-d	۸۲/۶۴a-d	۴۲/۷۵o-r
۵۰/۶۶h-n	۴	۰/۶۷d-f	۱/۶۹e-g	۰/۴۲fg	۷۴/۰۹f-k	۵۰/۶۶h-n
۵۲/۵۹g-m	۶	۰/۴۵ij	۱/۳۵l	۰/۴۱gh	۷۲/۶۶g-l	۵۲/۵۹g-m
۵۶/۵e-h	۸	۰/۴۱jk	۱/۲۴mn	۰/۴۱gh	۶۷/۵۶k-m	۵۶/۵e-h

میانگین مربعات برای هر صفت، مربوط به اثر متقابل شوری و ژنوتیپ است (** معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد). میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف متفاوت هستند، بر اساس آزمون دانکن، در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند.

دگرگونی ویژگی شاخص‌های رشدی بادام رقم شاهرود-۱۲ بر روی برخی از پایه‌های رویشی در تنش شوری

(2016). شوری همچنین در چندین فعالیت فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مانند فتوسنتز، جذب عناصر غذایی و بیوسنتز رنگ‌دانه‌ها و آنتی‌اکسیدانت‌ها و کارکرد آن‌ها تداخل ایجاد کرده (Zrig *et al.*, 2016) و 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 & Grieve, 1999). در این زمینه، توانایی گیاهان پیوندزده‌شده برای مقابله با اثرات ناشی از تنش شوری تا حد زیادی به پایه بستگی دارد.

عناصر غذایی

جدول ۵ نتایج تجزیه واریانس تأثیر شوری و ژنوتیپ و اثر متقابل آن‌ها بر تغییرات عناصر غذایی آهن، روی و سدیم در ترکیبات پایه و پیوندک را نشان می‌دهد. بر اساس این نتایج اثرات ساده شوری و ژنوتیپ و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر مقدار این عناصر در گیاه معنی‌دار بود ($P < 0.01$; جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین تأثیر متقابل شوری × ژنوتیپ نشان داد که در همه پایه‌های شاهد با افزایش سطح شوری، مقدار روی در برگ کاهش می‌یابد اما در تمامی پایه‌های پیوندی (به جز ترکیب شاهرود-۱۲/GN15 که همراه با افزایش تنش تا هشت دسی‌زیمنس روندی افزایشی در مقدار روی نشان داد)، با افزایش شوری تا چهار دسی‌زیمنس بر متر مقدار روی در برگ روندی افزایشی نشان داده و پس از آن با افزایش بیشتر سطوح تنش، مقدار آن کاهش می‌یابد. با این حال در ریشه‌ها، مقدار روی با افزایش مقدار شوری، روند افزایشی داشت و بیشترین مقدار روی برگ و ریشه به ترتیب در تیمارهای شوری شش و هشت دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد. روند کلی مشابه با روی برای آهن در برگ و ریشه نیز مشاهده شد و بیشترین مقدار آهن در ریشه در تیمارهای شوری شش و هشت دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۵).

اثرات سمی یون‌ها همچنین می‌تواند در جذب سایر عناصر غذایی نیز اختلال ایجاد کند، بنابراین عدم جذب سایر عناصر غذایی موجود در خاک نیز می‌تواند منجر به کاهش رشد گردد. جایگزینی عنصر سدیم در دیواره سلولی سلول‌های ریشه به جای کلسیم می‌تواند سبب ایجاد اختلال در نفوذپذیری غشاها گردد و در نهایت این اختلال سبب می‌گردد که متابولیسم گیاه دچار تنش شود و اثراتی همچون کاهش وزن تر گیاه در تیمارهای بالای شوری مشاهده شود. کاهش رشد رویشی و یا عبارت دیگر وزن تر اندام هوایی و ساقه در اثر تیمار شوری احتمالاً می‌تواند به دلیل کاهش فتوسنتز و همچنین کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی نظیر کلروفیل a و b، جذب خالص CO_2 و هدایت روزنه‌ای و بسته شدن روزنه‌ها در اثر تنش شوری می‌باشد. عامل محتمل دیگر می‌تواند اثر بازدارنده تنش شوری روی فرآیند جذب و انتقال مواد فتوسنتزی باشد (Demir & Mazi, 2008).

شوری ممکن است رشد گیاه را به دلایل زیر تحت تأثیر قرار دهد: ۱) نمک کافی در محیط ممکن است پتانسیل اسمزی را تا نقطه‌ای کاهش دهد که جذب آب ضروری برای متحرک‌سازی عناصر غذایی مورد نیاز برای جوانه‌زنی و رشد را به تأخیر اندازد و یا ممانعت نماید و ۲) اجزای نمک‌ها و یون‌ها ممکن است برای گیاه سمی باشد. شوری بالا ممکن است در نتیجه تنش آبی، سمیت یونی، اختلالات تغذیه‌ای، اختلال در عملکرد غشا، کاهش تقسیم و انبساط سلولی و سمیت ژنی، رشد گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. در مجموع این اثرات رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Filippou *et al.*, 2014). 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 همچنین فعالیت‌های بیوشیمیایی را کاهش می‌دهند (Zrig *et al.*,)

طاهر سقلی، محمد اسماعیل امیری، علی ایمانی، حامد رضایی، علی مومن پور

جدول 5. اثر متقابل شوری و ترکیب پایه و پیوندک بر میزان جذب عناصر در ریشه و برگ

سولیم		آهن		روی		سطح شوری	ژنوتیپ
ریشه	برگ	ریشه	برگ	ریشه	برگ		
۰/۲۵۳**	۰/۲۰۹**	۶۹۴/۷۴**	۷۴/۷۶**	۲۵/۱۷**	۲۰۰/۴۸**	-	میانگین مربعات
۰/۳۱۸t	۰/۳۳۳o-q	۶۳/۶kl	۲۵/۲of-h	۲۹/۷۷fg	۱۷/۷۱b	۰/۳	
۰/۶۶۵o-q	۰/۴۵۶l-q	۶۹/۴۵g-j	۲۶/۳۲de	۲۷/۹hi	۶۲/۷۷e	۲	
۱/۰۴h-j	۰/۶۷۲h-m	۸۱/۶de	۲۲/۳۶k-m	۳۰/۴۹ef	۵۴/۴i	۴	پایه تترا
۱/۲۵e-g	۰/۸h-j	۹۷/۸۱c	۱۷/۶۳pq	۳۴/۷۶bc	۵۰/۴۵mn	۶	
۱/۴۴bc	۱/۵c-e	۱۱۶/۴۵a	۸/۶v	۳۶/۹۶a	۴۲/۳۹r	۸	
۰/۸۱۴l-o	۰/۳۴۱n-q	۶۶/۷۵h-l	۲۶/۱ef	۱۷/۷۱q-v	۴۵/۷p	۰/۳	
۰/۹۶۵i-k	۰/۴۸۱k-q	۶۴/۱۸i-l	۲۸/۶۳c	۱۸/۹۱p-s	۴۸/۴۳o	۲	
۱/۳۲c-f	۰/۶۶۹h-m	۵۲/۲۴mn	۲۴/۶۴g-i	۱۷/۹۹q-u	۵۱/۸۷j-l	۴	شاهرود-۱۲ پیوندشده
۱/۴۲b-d	۱/۰۹fg	۴۷/۱۴o-q	۲۰/۷۵no	۱۷/۰۲s-v	۴۴/۴۷pq	۶	روی پایه تترا
۰/۵۶۷q-s	۱/۵۸c-e	۴۶/۲۲o-r	۱۲/۹۱s	۱۵/۹۸v	۴۰/۳۲s	۸	
۰/۴۵۱r-t	m-q/۰/۴۳۲	۶۳/۴۷ki	۲۳/۷۸ij	۲۱/۵۳m-o	۶۳/۲۴e	۰/۳	
۰/۹۶۱o-q	۰/۵۷۲i-p	۷۴/۴۳fg	۲۲/۵۲k-m	۱۸/۹۱q-t	۶۰/۰۴gh	۲	
۱/۲۱f-h	۰/۷۴۶h-l	۸۰/۰۲de	۱۸/۵۵p	۲۳/۶۱ki	۵۱/۶۹k-m	۴	پایه بادام بذری
۱/۴ab	۱/۶۳cd	۹۵/۲۷c	۱۴/۷۶r	۲۵/۸۲ij	۴۳/۳۲qr	۶	
۱/۵ab	۲/۴a	۱۰۷/۷۶b	۸/۲۲v	۲۷/۷۲hi	۳۱/۰۶v	۸	
۰/۳۱۳t	۰/۳۷۸m-q	۷۰/۱۹g-i	۲۴/۶۲hi	۱۸/۷۵q-u	۵۰/۳۱n	۰/۳	
۰/۶۱۲p-r	۰/۴۵۷m-q	۶۸/۴۲h-k	۲۵/۸۱ef	۱۹/۱۹p-r	۵۰/۳۱n	۲	
۰/۸۰۷l-o	۰/۶۰۵j-p	۴۹/۵۲n-p	۲۲/۱۲k-m	۱۷/۵۹r-v	۵۲/۴۲jk	۴	شاهرود-۱۲ پیوندشده
۰/۹۳۷i-m	۱/۳۵d-f	۴۶/۴۸o-r	۱۸/۱۶pq	۲۰/۸۲n-p	۵۰/۵۲l-n	۶	روی پایه بادام بذری
۱/۰۷h-j	۲/۳۲ab	۴۳/۷۳q-s	۹/۷۲u	۲۱/۷mn	۳۶/۹۱t	۸	
۰/۳۵۹t	۰/۴۱۸m-q	۵۰/۰۵no	۲۴/۲hi	۲۵/۴۲jk	۷۲/۱۳b	۰/۳	
۰/۷۵۸n-p	۰/۵۱j-p	۶۷/۲۹h-l	۲۷/۳۱d	۲۸/۲۸gh	۶۵/۶d	۲	
۰/۹۱۶j-n	۰/۶۳i-o	۷۰/۵۷gh	۲۱/۵۸mn	۳۲/۲۹de	۶۲/۲۹ef	۴	پایه GF677
۱/۲۶d-g	۱/۳ef	۸۵/۳۱d	۱۷/۳۵q	۳۳/۸۷cd	۵۲/۱۳jk	۶	
۱/۴۴bc	۱/۶۹c	۹۹/۹۳c	۱۱/۳t	۳۵/۶۷ab	۳۹/۴۲s	۸	
۰/۲۹۹t	۰/۳۷۵m-q	۶۸/۳۴h-k	۱۸/۲۴pq	۲۱/۶۹mn	۴۸/۲۴o	۰/۳	
۰/۴۳۶st	۰/۳۹۴m-q	۶۳/۸۲j-l	۲۱/۷۵l-n	۲۲/۸۷lm	۵۳/۰۴h	۲	
۰/۵۹۳qr	۰/۵۴۵i-q	۴۹/۴۵n-p	۲۵/۱۴h	۱۹/۰۸p-s	۵۸/۹h	۴	شاهرود-۱۲ پیوندشده
۰/۷۷۱m-p	۰/۶۴۷i-n	۴۲/۶۹q-s	۳۳/۲۷b	۱۷/۹۱q-v	۴۷/۴۲o	۶	روی پایه GF677
۰/۸۶۳k-n	۰/۷۷h-k	۳۹/۹۶st	۳۱/۵۳b	۱۶/۸۴uv	۴۲/۲۱r	۸	
۱/۱g-i	۰/۳۶۷n-q	۴۸/۲۵n-q	۲۲/۹۷jk	۲۴/۶۴j-l	۷۷/۰۷a	۰/۳	
۱/۵ab	۰/۵۳۴j-q	۶۱/۸۲l	۲۴/۶۴hi	۲۳/۵۲k-m	۶۸/۰۶c	۲	
۱/۶۲a	۰/۵۸۹i-p	۶۵/۳۹h-l	۲۰/۳۲o	۲۸/۴۲gh	۶۲/۳۷ef	۴	پایه GN15
۰/۶۱۵p-r	۰/۹۴gh	۷۷/۳۴ef	۱۷/۸۱pq	۳۱/۱۳ef	۴۸/۱۱o	۶	
۰/۹۲۳j-n	۲/۰۸b	۸۱/۴۱de	۱۲/۱۷st	۳۲/۹۴cd	۳۴/۹۶u	۸	
۰/۳۳۵t	۰/۲۵۲q	۵۵/۹۲m	۱۸/۱۹pq	۱۹/۵۹o-q	۴۹/۹n	۰/۳	
۰/۴۶۱r-t	۰/۲۹۸pq	۴۸/۳۷n-q	۱۹/۹۶o	۱۸/۷۳q-u	۵۰/۷۷l-n	۲	شاهرود-۱۲ پیوندشده
۰/۶۱۲p-r	۰/۴۴۹m-q	۴۴/۳۵p-s	۲۵/۵۶e-g	۱۷/۶۷r-u	۶۱/۲fg	۴	روی پایه GN15
۰/۷۹۱m-o	۰/۶۵۲i-m	۴۱/۰۶r-t	۲۲/۹۷jk	۱۶/۸۶t-v	۶۵/۱۵d	۶	
۰/۹۶۲i-l	۰/۸۲۵g-i	۳۶/۴۵t	۲۴/۶۴hi	۱۵/۹۳v	۶۶/۲۵d	۸	

مقدار میانگین مربعات برای هر صفت، مربوط به اثر متقابل شوری و ژنوتیپ است (** معنی دار در سطح احتمال یک درصد). میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف متفاوت هستند، بر اساس آزمون دانکن، در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی داری با یکدیگر دارند.

دگرگونی ویژگی شاخص‌های رشدی بادام رقم شاهرود-۱۲ بر روی برخی از پایه‌های رویشی در تنش شوری

و پیوندک بر مقدار سدیم ریشه نیز نشان داد که در پایه‌های تترا، بادام تلخ، GF677 و شاهرود-۱۲ پیوندشده بر پایه بادام تلخ، با افزایش سطوح شوری، مقدار سدیم ریشه نسبت به سطح شاهد به صورت معنی‌داری افزایش پیدا کرد و بیشترین مقدار سدیم ریشه در این ارقام در سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد. در رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده بر پایه‌های تترا، GF677 و GN15 با افزایش سطح شوری تا چهار دسی‌زیمنس بر متر، مقدار سدیم ریشه افزایش پیدا کرد و از سطح شوری چهار دسی‌زیمنس تا هشت دسی‌زیمنس بر متر، مقدار سدیم ریشه کاهش پیدا کرد و در شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر به کمترین مقدار خود رسید. رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده بر پایه GF677 دارای کمترین مقدار تجمع سدیم در ریشه بود و مقدار سدیم ریشه در سطح شوری ۰/۳، چهار و هشت دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب برابر ۰/۲۹۹، ۰/۵۹۳ و ۰/۸۶۳ درصد به دست آمد (جدول ۳). 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., 2012). 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.

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 بین Ca^{2+} و 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 (Chartzoulakis et al., 2002). نتایج این تحقیق با نتایج Karimi & Nowrozy (2017) مطابقت دارد. نفوذپذیری غشای پلاسمایی در سلول‌های

پیوند شاهرود-۱۲ بر روی پایه GN15 باعث افزایش میزان روی برگ حتی در سطوح بالای شوری گردید و مقدار روی برگ در شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر افزایش ۲۴/۶ درصدی نسبت به سطح ۰/۳ را نشان داد. پایه بادام بذری در سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر دارای کمترین مقدار آهن برگی به میزان ۸/۲۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. پیوندزنی شاهرود-۱۲ روی پایه GF677 باعث افزایش میزان آهن برگ نسبت به پایه شاهد متناظر شد و بیشترین مقدار آهن برگ در رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه GF677 به میزان ۳۱/۵۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم و بیشترین مقدار آهن در ریشه در پایه GF677 و شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر به دست آمد (جدول ۵). تأثیر منفی شوری بر مقدار جذب عناصر غذایی در پایه‌های پسته نیز پیش‌تر گزارش شده است (Karimi & Tavallai, 2017).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش سطح شوری از ۰/۳ تا هشت دسی‌زیمنس بر متر باعث افزایش معنی‌دار مقدار سدیم برگ در همه ترکیبات پایه و پیوندک مورد بررسی گردید. پایه‌های بدون پیوند GN15 و بادام تلخ در سطح شوری هشت دسی‌زیمنس بر متر بالاترین تجمع سدیم در برگ را به ترتیب با مقادیر ۲/۰۸ و ۲/۴ نشان دادند که افزایش به ترتیب ۴۶۶ و ۴۵۵ درصدی 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 (شش و هشت دسی‌زیمنس بر متر) نسبت به سایر پایه‌های پیوندی مورد بررسی بود. در مجموع نتایج نشان داد که رقم شاهرود-۱۲ پیوندشده بر پایه‌های GF677 و GN15 و تترا مقدار سدیم کمتری در سطوح شوری شش و هشت دسی‌زیمنس بر متر داشتند (جدول ۳). بررسی مقایسه میانگین تأثیر متقابل سطوح شوری و ترکیب پایه

شدت تنش، روندی کاهش نشان می‌دهند. بر اساس نتایج حاصله، ترکیب شاهرود-۱۲/GF677 متحمل‌ترین و ترکیب شاهرود-۱۲/۱۲/۱۲ بادم بذری حساس‌ترین ترکیب به تنش شوری می‌باشند.

منابع

- Asadinasab, N., Hassibi, P., Roshanfekar, H. & Meskarbashi, M. (2013). Study some physiological and morphological responses of three sugar beet cultivars to salinity stress. *Agricultural Crop Management*, 5(1), 79-94.
- Esfandiari, E., Javadi, A. & Shokrpour, M. (2013). Evaluation of some of biochemical and physiological traits in wheat cultivars in response to salinity stress at seedling stage. *Agricultural Crop Management*, 15(1), 27-38.
- Emami, A. (1996). *Methods for Plnat Analysis*. Tehran: Soil and Water Research Institute Press.
- Jafarina, M. (2011). Study of Chlorophyll a Fluorescence of Canola (*Brassica napus* L.) under salinity stress. Isfahan: Isfahan University. (Thesis)
- Farhadi, H., Azizi, M. & Nemati, H. (2014). Effect of Salinity Stress on Morphological and Proline Content of Eight Landraces Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Iranian Journal of Field Crop Research*, 13(2), 411-419.
- Mousavi, A., Tatari, M., Mehnatkesh, A. & haghghati, B. (2009). Vegetative Growth Response of Young Seedlings of Five Almond Cultivars to Water Deficit. *Seed and Plant Improvement Journal*, 25(1), 551-567.
- Momenpour, A., Bakhshi, D., Imani, A. & Rezaie, H. (2015). Effect of salinity stress on growth characteristics and concentrations of nutrition elements in almond 'Shahrood 12', 'Touno' cultivars and '1-16' genotype budded on GF677 rootstock. *Agricultural Crop Management*, 17(1), 197-216.
- Afyouni, D., Marjovi, A.R. & Qandi, A. (n.d.). *Growing and feeding wheat in saline Soils*. Isfahan: Organization of Agricultur Jahad Isfahan Province Press.
- Ashofteh Beiragi, M., Khavari Khrasani, S., Shojaei, S.H., Dadresan, M., Mostafavi, Kh. & Golbashi, M. (2011). A study on effects of planting dates on growth and yield of 18 Corn hybrids (*Zea mays* L.). *American Journal of Experimental Agriculture*, 1(3), 110-120.

گیاهی ممکن است تحت تأثیر شوری قرار گیرد که جریان رو به داخل یون‌های خارجی و جریان رو به خارج مواد محلول سیتوسولی را افزایش می‌دهد (Bastam *et al.*, 2013). همچنین، NaCl باعث سخت‌شدگی دیواره سلولی (Santos, 2004) و کاهش هدایت آبی غشای پلاسمایی می‌گردد (Nabil & Coudret, 1995). نتایج تحقیق (Nabil & Coudret, 1995) نیز نشان داد که وقتی مقدار یون‌های Na^+ از طریق شوری آب یا به‌واسطه تجمع در ناحیه ریشه افزایش پیدا کرد، انتخاب‌گری برای عناصر غذایی به‌صورت معنی‌دار کاهش پیدا کرد.

درمجموع در بین تیمارهای مورد بررسی، پیوند بادم رقم شاهرود-۱۲/۱۲ روی پایه GF677، شرایط بهتری نسبت به سایر ترکیبات پیوندی داشت. همچنین با افزایش شوری از ۰/۳ تا هشت دسی‌زیمنس بر متر، بیشترین و کمترین مقدار کاهش در وزن خشک ریشه به‌ترتیب در ترکیب شاهرود-۱۲/۱۲/۱۲ (۳۷/۸ درصد) و پایه GN15 (۱۴/۵ درصد) مشاهده شد. کمترین و بیشترین مقدار کاهش وزن خشک شاخه اصلی نیز به‌ترتیب در پایه شاهد بادم تلخ بذری (۳۸/۲ درصد) و ترکیب شاهرود/GN15 (۴۷/۹ درصد) مشاهده شد. بیشترین میزان نکرورگی در پایه شاهد بادم تلخ بذری (۲۸/۹۸ درصد) و کمترین مقدار آن نیز در ترکیب شاهرود-۱۲/GF677 (۹/۹ درصد) رخ داد. کمترین و بیشترین تغییر در میزان نشت الکترولیت‌ها در پایه شاهد GF677 (۳۰/۷۴ درصد) و GN15 (۴۲/۹۳ درصد) رخ داده است. بررسی سدیم نیز نشان داد که کمترین و بیشترین تغییر آن به‌ترتیب در شاهرود-۱۲ پیوندشده روی پایه GF677 (۵۱/۲ درصد) و پایه شاهد بادم تلخ بذری (۸۲ درصد) مشاهده شد. نتایج همچنین نشان داد که با افزایش تنش شوری میزان عناصر ریشه و برگ در ابتدا افزایش و سپس با افزایش بیشتر در

- Azizpour, K., Shakiba, M.R., Khosh Kholgh Sima, N.A., Alyari, H., Moghaddam, M., Esfandiari, E. & Pessarakli, M. (2010). Physiological response of spring durum wheat genotypes to salinity. *Journal of Plant Nutrition*, 33, 859-873.
- Bastam, N., Baninasab, B. & Ghobadi, C. (2013). Improving salt tolerance by exogenous application of salicylic acid in seedlings of pistachio. *Plant Growth Regulation*, 69, 275-284.
- Blum, A. (1988). *Plant breeding for stress environments*. CRC Press: Boca Raton, FL
- 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.
- Chaum, 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 of Crop Science*, 7(13), 2128-2135.
- Demir, I. & Mazi, K. (2008). Effect of salt and osmotic stresses on the germination of pepper seeds of different maturation stages. *Brazilian Archives in Biology and Technology*, 51, 897-902.
- Filippou, P., Bouchagier, P., Skotti, E. & Fotopoulos, V. (2014). Proline and reactive oxygen/nitrogen species metabolism is involved in the tolerant response of the invasive plant species *Ailanthus altissima* to drought and salinity. *Environmental and Experimental Botany*, 97, 1-10.
- Grattan, S.R. & Grieve, C.M. (1999). Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, 78, 127-157.
- Jafarinia, N. & Shariati, M. (2012). Effects of salt stress on photosystem II of canola plant (*Barassica napus* L.) probing by chlorophyll a fluorescence measurements. *Iranian Journal of Science & Technology*, 1, 71-76.
- 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.
- Karakas, B., Bianco, R. & Rieger, M. (2000). Association of marginal leaf scorch with sodium accumulation in salt-stressed peach. *Horticultural Science*, 35(1), 83-84.
- Karimi, H.R. & Nowrozy, M. (2017). Effects of rootstock and scion on graft success and vegetative parameters of pomegranate. *Scientia Horticulturae*, 214, 280-287.
- 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.
- Lutts, S., Kinet, J.M. & Bouharmont, J. (1995). Changes in plant response to NaCl during development of rice (*Oryza sativa* L.) varieties differing in salinity resistance. *Journal of Experimental Botany*, 46, 1843-1852.
- Mehta, P., Allakhverdiev, S.I. & Jajoo, A. (2010). Characterization of photosystem II heterogeneity in response to high salt stress in wheat leaves (*Triticum aestivum*). *Photosynthesis Research*, 105, 249-255.
- 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.
- Parida, A.K. & Das, A.B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60(3), 324-349.
- Santos, C.V. (2004). Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. *Scientia Horticulturae*, 103, 92-99.
- 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.



Crops Improvement

(Journal of Agricultural Crops Production)

Vol. 21 ■ No. 1 ■ Spring 2019

Changes in Growth Indices of the Almond 'Shahroud 12' Grafted on some Prunus Rootstocks under Salt Stress

Taher Sagali¹, Mohammad Esmail Amiri^{2*}, Ali Imani³, Hamed Rezaei⁴, Ali Momenpour⁵

1. Ph.D. Student, Department of Horticulture Science, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
2. Professor, Department of Horticulture Science, 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), Karaj, Iran.
4. Assistant Professor, soil and water research, agricultural research, education and development organization, Karaj, Iran.
5. Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.

Received: July 19, 2018

Accepted: October 22, 2018

Abstract

Almond is highly sensitive to salt stress and one way to reduce the negative effects of this type of stress is to select a tolerant rootstock/scion. Keeping these in mind, the present experiment investigates the effects of salinity stress on some morphological, physiological, and nutritional traits of almond rootstocks with the help of a factorial experiment, conducted at Horticultural Research Institute in 2017, which was based on a completely randomized design with two factors (eight levels of rootstock/scion compositions and five levels of salinity) and in three replications. Results show that by increasing salinity from zero to eight ds/m, the highest and lowest amount of reduction in root dry weight can be observed in 'Shahroud 12'/Tetra (37.8%) and GN15 (14.5%), respectively. Also, the lowest and highest dry weight loss in the main branch can be seen in bitter almond seedling (38.2%) and 'Shahroud 12'/ GN15 (47.9%), respectively, with the highest amount of necrosis, observed in bitter almond seedling (28.98%) and the lowest value in 'Shahroud 12'/GF677 (9.9%). Based on the experiment, the lowest and highest changes in electrolyte leakage occurred at the rootstock of GF677 (30.74%) and GN15 (42.93%) with the lowest and the highest changes in sodium belonging to 'Shahroud 12'/GF677 (51.2%) as well as bitter almond seedling (82%), respectively. The results also show that by increasing salinity stress, the amount of root and leaf nutrient elements ascends initially, then to drop as salinity levels are increased further. Based on the results, 'Shahroud 12'/GF677 is the most tolerable combination and 'Shahroud12', grafted on bitter almond seedling, is the most sensitive to salt stress.

Keywords: Graft, morphological traits, NaCl, nutritional elements, physiological traits.