نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۸۸، ص. ۱۴۰-۱۳۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Sciences
Vol. 23, No. 2, Fall-Winter 2009-10, P. 131-140
ISSN: 2008 - 4730

اثرات تنش شوری و پایه بر رشد، شدت فتوسنتز، غلظت عناصر غذایی و سدیم درخت بادام

مهدی اورعی[۱] - سید جلال طباطبایی[۲*] - اسماعیل فلاحی[۳] - علی ایمانی[۴]

تاریخ دریافت: ۸۸/۶/۷
تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۴

چکیده

تحمل شوری یکی از مهم ترین عوامل موثر بر تولید محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. تحمل شوری در درختان میوه را می‌توان از طریق استفاده از پایه های متحمل، افزایش داد. بدین منظور و جهت ارزیابی اثرات تنش شوری و پایه بر رشد، شدت فتوسنتز و غلظت عناصر غذایی بادام (*Prunus dulcis* Miller.) رقم فراگنس، آزمایشی با سه سطح کلرید سدیم (۰، ۵۰، ۱۰۰ میلی مولار) و دو پایه (جی اف-۶۷۷ ، تواونو) بصورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار در محیط بدون خاک و تحت شرایط کنترل شده به اجرا درآمد. نتایج نشان داد که شوری اثرات کاهشی معنی داری بر خصوصیات رویشی، فیزیولوژیکی و غلظت عناصر غذایی بادام داشت. هر چند شدت این اثرات بر حسب نوع پایه متفاوت بود. در پایه جی اف-۶۷۷، وزن تر و خشک برگ و ریشه، تعداد برگ و شاخص کلروفیل تا سطح شوری۵۰ میلی مولار در مقایسه با شاهد، افزایش و سپس کاهش یافت در حالیکه در پایه تواونو تا سطح ۱۰۰ میلی مولار خصوصیات مذکور کاهش یافت. شدت فتوسنتز، سطح برگ و نسبت پتاسیم به سدیم برگ با افزایش شوری در هر دو پایه کاهش یافت، ولی میزان کاهش در پایه جی اف-۶۷۷ در مقایسه با تواونو کمتر بود. علاوه بر این، شوری محتوای رطوبت نسبی و سطح ویژه برگ را در هر دو پایه کاهش داد. با افزایش سطوح کلرید سدیم، غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ در هر دو پایه کاهش و غلظت سدیم برگ افزایش یافت. نتایج حاصل حاکی از آن است که پایه جی اف-۶۷۷ از طریق مکانیسم تدافعی ایجاد محدودیت در جذب و یا انتقال سدیم به قسمت های هوایی و نیز حفظ سطح مناسبی از پتاسیم، تحمل بالاتری نسبت به نمک در مقایسه با تواونو داشته و تحت شرایط شوری می‌توان از آن به عنوان یک پایه متحمل به نمک برای ارقام مختلف بادام استفاده کرد.

واژه های کلیدی: بادام، پایه، تحمل شوری، تنش شوری، فتوسنتز

مقدمه

بادام (*Prunus dulcis* [Mill.] D.A.Weeb.) مترادف با (*P.amygdalus* Batsch.) یکی از قدیمی ترین محصولات خشکباری[۵] بوده، که امروزه بیشترین تولید میوه خشکبار تجاری را به خود اختصاص داده است (۱). زیستگاه اصلی بادام خاورمیانه (ایران) است (۲). شوری خاک به دلیل افزایش روزافزون آن در سراسر جهان، مورد توجه زیادی واقع شده است (۲۴). بیش از ۸۰۰ میلیون هکتار از اراضی موجود در سراسر جهان تحت تاثیر شوری قرار گرفته، که این مقدار معادل شش درصد از مساحت کل اراضی جهان می‌باشد (۱۹). تنش شوری از طریق مکانیسم اسمزی به دلیل افزایش پتانسیل اسمزی محلول خاک، باعث اختلال در تعرق و فتوسنتز می‌شود. مکانیسم اثر سمیت یونی نیز مربوط به جذب یون و تغییر فرایندهای فیزیولوژیکی ناشی از سمیت، کمبود یا تغییر در تعادل عناصر معدنی می‌شود (۲۱). از آنجایی که کلرید سدیم محلول ترین و فراوان ترین نمک موجود می‌باشد، شگفت آور نیست که تمامی گیاهان مکانیسم هایی را به منظور کنترل انباشت آن اتخاذ نمایند (۱۹). مکانیسم های مختلفی وجود دارند که در تحمل شوری موثر هستند و شامل توزیع یکنواخت یون های نمکی سمی در داخل واکوئل های سلول، تجمع یون های متعادل کننده اسمز در داخل سیتوپلاسم، قابلیت کاهش جذب کلر یا سدیم توسط ریشه ها و عدم انتقال کلر یا سدیم به قسمت های هوایی می‌باشند (۱۰). تحقیقات متعدد نشان داده است که تحمل شوری در برخی از درختان میوه را می‌توان با استفاده از انواع پایه ها و یا پیوندک های متحمل به شوری، افزایش داد (۱۵). به عنوان مثال برخی از پایه های انگور به دلیل قابلیت جلوگیری از جذب و انتقال سدیم یا کلر به قسمت های هوایی گیاه، به عنوان پایه های متحمل به شوری قلمداد می‌شوند (۸). پایه های گیلاس نیز قادرند

۱و۲- به ترتیب دانشجوی دکتری تخصصی علوم باغبانی و دانشیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(* - نویسنده مسئول: Email: tabatabaei@tabrizu.ac.ir)
۳- استاد میوه کاری دانشگاه آیداهو آمریکا
۴- عضو هیئت علمی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

5- Nut crops

که تحمل پیوندک نسبت به شوری را افزایش دهند (۲۲). در آلو پایه پیکسی به عنوان پایه نسبتا متحمل به شوری و پایه های ماریانا جی اف، ۱-۸ و میروبولان- بی به عنوان پایه های حساس به شوری مطرح می‌باشند (۵). پایه های مرکبات هم اختلاف گسترده ای در تحمل شوری خاک دارند و تمام درختان مرکبات تجاری بر روی پایه هایی پیوند میشوند، که قادرند مقدار تجمع کلر یا سدیم موجود در برگ ها را کنترل نمایند (۹). همچنین ارقام و یا پایه های حساس و متحمل به شوری در سایر درختان میوه همچون گلابی، زیتون، انار، انبه و آووکادو توسط محققین مختلف گزارش شده است (۶، ۱۵،۱۶، ۱۷، ۲۰ و ۲۴). شوری خاک به طور مستقیم ریشه ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد، بنابراین انتخاب پایه های مناسب در نواحی متاثر از شوری برای تولید پایدار میوه، امری اجتناب ناپذیر می‌باشد (۱۶). بنا به عقیده ماس و گراتان (۲۰۰۲)، بادام در زمره درختان میوه حساس به شوری قرار می‌گیرد (۵۰٪ کاهش پتانسیل تولید در ۲/۸ dS/m = EC)، بنابراین انتخاب پایه های متحمل در بادام، استراتژی بسیار مناسبی به منظور کاهش عوارض ناشی از شوری مخصوصا در نواحی خشک کشور می‌باشد. هدف از این تحقیق، ارزیابی تاثیر تنش شوری بر خصوصیات رویشی، شدت فتوسنتز و جذب عناصر غذایی درخت بادام از طریق مقایسه میزان تحمل نسبی پایه های مذکور نسبت به شوری ناشی از کلرید سدیم بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی آبکشت دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز انجام شد. بادام رقم فراگنس[1] در اواخر شهریور ماه ۱۳۸۶ بر روی پایه های یکساله شامل پایه رویشی دورگ بین گونه ای هلو- بادام بنام جی اف- ۶۷۷ (F/GF_{677})[2] و پایه بادام بذری رقم تواونو[3] (F/Tuono) با روش پیوند جوانه سپری (T شکل) پیوند زده شد. لازم به ذکر است که پایه بادام بذری رقم تواونو از تلاقی بادام خودبارور رقم تواونو با بادام خود بارور رقم ژنکو[4] تحت شرایط گرده افشانی کنترل شده، بدست آمده است. این پایه ها در مقایسه با پایه های حاصل از گرده افشانی آزاد، از یکنواختی ژنتیکی بیشتری برخوردار هستند. نهالها پس از عمل پیوند و بعد از تامین نیاز سرمایی در مرحله رکود و بصورت ریشه لخت در اسفند ماه به گلخانه منتقل شدند. پس از ضد عفونی و هرس ریشه ها، نهالها بطور جداگانه در بستری از پرلایت و ورمیکولایت به نسبت (v/v) ۱:۱ در گلدان های پلاستیکی ۱۴ لیتری در محیط کنترل شده و تحت شرایط نور طبیعی کاشته شدند. پس از رشد پیوندک ها، نهالهایی که از لحاظ اندازه دارای یکنواختی بیشتری بودند، برای آزمایش انتخاب شدند. آزمایش بصورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه سطح کلرید سدیم (۰، ۵۰، ۱۰۰ میلی مولار) و دو پایه بادام (جی اف-۶۷۷، تواونو) همراه با چهارتکرار به اجرا درآمد. شش ماه پس از رشد نهالها، تیمارهای آزمایشی همراه با محلول غذایی (هوگلند تغییر یافته) به مدت سه ماه اعمال گردید. به منظور کاهش خطای انسانی، محلول دهی بصورت کاملا اتوماتیک و با استفاده از پمپ های زیر آبی و تایمر دیجیتالی دو مرتبه در روز و هر بار به مدت دو دقیقه انجام گرفت. pH محلولها در طول مدت آزمایش در محدوده ۶/۵ تنظیم شد. میزان محلول دهی طوری تنظیم شد که مقداری از محلول از ته گلدان ها خارج گردد، همچنین هفته ای یکبار شستشوی کامل محیط ریشه گیاهان با آب معمولی انجام گرفت تا تغییرات EC و pH ناشی از تجمع نمک ها در بستر کاشت در اثرانجام عمل آبشویی به حداقل ممکن برسد. شدت فتوسنتز با استفاده از دستگاه فتوسنتز متر[5] IRGA (Walz, Da, Model 1010, Germany) بین ساعات ۹ تا ۱۴ و با شدت نور ثابت در حدود $800\ \mu mol^{-2}\ s^{-1}$ و غلظت CO_2 در حدود ۵۰۰mg/l و نیز شاخص کلروفیل با دستگاه کلروفیل متر (SPAD 502, Minolta, Japan) در برگ های جوان کاملا توسعه یافته و حداقل دو ماه پس از اعمال تیمارها اندازه گیری شد. محتوای رطوبت نسبی برگ[6] نیز طبق روش یاماساکی و دیلنبورگ (۲۸) اندازه‌گیری شد. بدین منظور از برگ های جوان کاملا توسعه یافته ، نمونه برداری و پس از اندازه گیری وزن تر (FM)، برگ ها بمدت یک ساعت در آب مقطر به حالت غوطه ور قرار داده شده و سپس وزن تورژسانس (TM) آنها اندازه گیری شد. نمونه ها جهت اندازه گیری وزن خشک (DM) به مدت ۴۸ ساعت در درجه حرارت ۸۰°c در آون قرار گرفتند. محتوای رطوبت نسبی برگ از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

$$LRWC(\%) = [(FM - DM) / (TM - DM)] \times 100$$

در پایان آزمایش کل برگ ها شمارش، سطح برگ و سطح برگ نکروزه با استفاده از دستگاه اندازه گیری سطح برگ (Li-Cor, Model Li-1300,USA)، مورد سنجش و درصد نکروزه شدن برگ ازطریق رابطه زیر محاسبه شد:

(٪) نکروزه شدن برگ = (سطح برگ نکروزه/ سطح برگ کل) ×۱۰۰

وزن تر برگ ها و ریشه ها بلافاصله پس از برداشت با ترازوی دیجیتال اندازه گیری شد. برای محاسبه وزن خشک، نمونه ها بطور جداگانه در داخل آون بمدت ۴۸ ساعت و در دمای ۸۰°c قرارداده شد و سپس توزین شدند. سطح ویژه برگ[7] ازتقسیم سطح برگ کل بر وزن خشک آن محاسبه گردید. نیتروژن موجود در برگ ها با استفاده از روش کجلدال اندازه گیری شد (۳). نمونه های خشک و آسیاب شده

1- Ferragnes
2- GF677 (Inter-specific hybrid clonal rootstock)
3- Tuono (Seedling rootstock)
4- Genco
5- Infra Red Gas Analyzer
6- Leaf relative water content
7- Specific leaf area

پس از مراحل هضم در دمای ۴۵۰c°، در دستگاه تقطیر با استفاده از سود و اسید بوریک و معرفهای رنگی تیتره شده و غلظت نیتروژن آنها محاسبه شد. برای اندازه گیری فسفر نیز نمونه های خشک گیاهی با اسید نیتریک مخلوط و بمدت ۱۲ ساعت در دمای ۱۰۰c° در اجاق هضم قرار داده شد و غلظت آن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Motic, Cl-45240-00. China) در طول موج ۴۳۰nm تعیین گردید (۳). برای اندازه گیری پتاسیم و سدیم نیز هضم نمونه ها مشابه فسفر انجام گرفت و غلظت آنها با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر وبا روش نشر شعله ای اندازه گیری شد (۳). داده های حاصل از اندازه گیری های فوق توسط نرم افزار آماری SAS نسخه ۸/۰۲ مورد تجزیه آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین با استفاده از روش LSD[1] و در سطح احتمال خطای ۱٪ انجام شد. نمودارها نیز با استفاده از برنامه Excel ترسیم شدند.

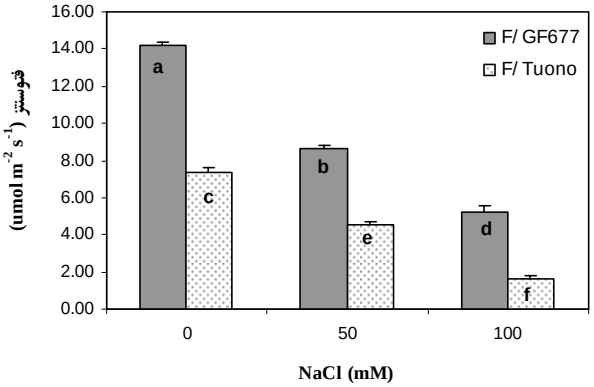
نتایج و بحث

نتایج حاصل از این آزمایش نشان می‌دهد، که عکس العمل رشدی بادام نسبت به تنش شوری به سطوح شوری و نوع پایه بستگی دارد (جدول ۱و۲). در F/GF_{677} با افزایش شوری تا سطح ۵۰ mM، وزن تر و خشک برگ و ریشه و تعداد برگ در مقایسه با شاهد افزایش و در سطوح بالاتر از ۵۰ mM کاهش یافت. در حالیکه این پارامتر ها در F/Tuono از سطوح صفرتا ۱۰۰mM در مقایسه با شاهد کاهش نشان داد. تنش شوری باعث کاهش قابل ملاحظه ای در وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه می‌شود. اطلاعات موجود در رابطه با تاثیر شوری بر زیتون نشان می‌دهد، که واکنش گیاهان براساس مدت زمان قرار گرفتن در معرض شوری و نوع رقم متفاوت می‌باشد (۲۵). در رقم انار متحمل به نمک ملس شیرین، با افزایش شوری تا سطح ۴۰ mM، سرعت رشد رویشی افزایش و در سطوح بالاتراز آن کاهش یافت، اما درسایر ارقام حساس به نمک، با افزایش شوری خصوصیات رشدی گیاهان بطور کلی کاهش یافت (۲۰). بنا به عقیده محققان، گیاهان متحمل به شوری به ویژه گونه های دائمی، قابلیت بیشتری برای زنده ماندن و حفظ سرعت رشد در شرایط تنش شوری داشته و اختلاف رشد می‌تواند به عنوان یک شاخص تحمل به شوری در نظر گرفته شود (۷).

(جدول ۱)- اثر سطوح مختلف کلرید سدیم و پایه بر وزن تر و خشک برگ و ریشه.

پایه	کلرید سدیم (mM)	وزن تر برگ (g plant $^{-1}$)	وزن خشک برگ (g plant $^{-1}$)	وزن تر ریشه (g plant $^{-1}$)	وزن خشک ریشه (g plant $^{-1}$)
F/GF_{677}	۰	۱۱۹/۰۱ ^{a}	۳۸/۹۹ ^{b}	۱۲۱/۴۴ ^{b}	۳۸/۷۳ ^{c}
	۵۰	۱۲۹/۶۳ ^{a}	۴۶/۵۰ ^{a}	۱۸۲/۳۸ ^{a}	۶۱/۱۵ ^{a}
	۱۰۰	۱۰۰/۴۹ ^{b}	۳۴/۳۵ ^{c}	۱۲۹/۲۵ ^{b}	۴۳/۷۷ ^{b}
F/Tuono	۰	۴۱/۰۴ ^{c}	۱۱/۸۵ ^{d}	۱۰۳/۲۵ ^{c}	۳۵/۰۵ ^{c}
	۵۰	۱۹/۵۰ ^{d}	۷/۰۲ ^{e}	۹۰/۵۰ ^{d}	۲۷/۷۷ ^{d}
	۱۰۰	۲۰/۱۶ ^{d}	۱۰/۵۴ ^{d}	۱۰۰/۱۷ ^{cd}	۳۵/۰۸ ^{c}
تیمار		معنی داری			
کلرید سدیم		**	**	**	**
پایه		**	**	**	**
پایه × کلرید سدیم		**	**	**	**

** – معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد



(شکل ۱)- اثر سطوح مختلف کلرید سدیم و پایه بر شدت فتوسنتز[1]

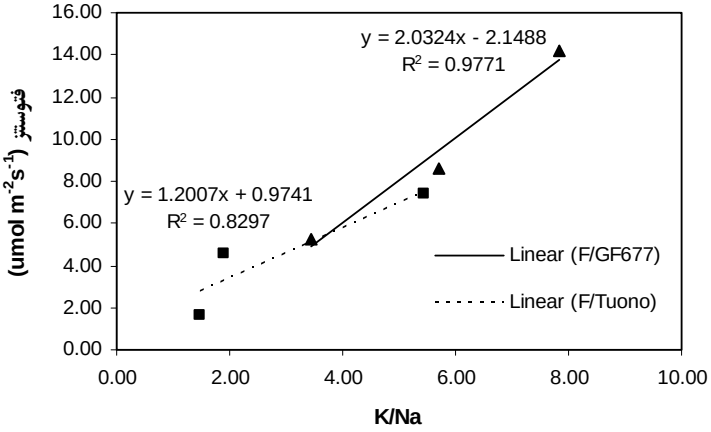
1- Least significant difference

نتایج حاصل نشان می‌دهد که تنش شوری شدت فتوسنتز بادام را در هر دو پایه به صورت معنی داری کاهش داد (شکل ۱). هر چند که این تاثیر بر حسب نوع پایه و غلظت کلرید سدیم متفاوت بود، بطوریکه با افزایش شوری از شدت فتوسنتز بادام بر روی هر دو پایه کاسته شد. این کاهش شدت فتوسنتز در ترکیب پایه- پیوندی F/Tuono در مقایسه با F/GF_{677} بیشتر بود.

در بسیاری از مطالعات فیزیولوژیکی، ممانعت از رشد گیاه بواسطه شوری به کاهش در فتوسنتز نسبت داده شده است (۱۰). کاهش شدت فتوسنتز ناشی از تنش شوری بدلیل عوامل متعددی نظیر دهیدراتاسیون غشاء سلول و در نتیجه کاهش نفوذپذیری CO_2، سمیت ناشی از نمک، کاهش میزان CO_2 به دلیل بسته شدن روزنه ها، تسریع در فرایند پیری در نتیجه نمک، تغییر فعالیت آنزیم ها به دلیل تغییرات ساختاری در سیتوپلاسم و بازخورد منفی[1] به دلیل کاهش فعالیت منبع می‌باشد (۲۵). همچنین تنش شوری باعث عدم انتقال الکترون فتوسنتزی، کاهش هدایت روزنه ای و افزایش تولید انواع اکسیژن فعال[2](ROS) شده، که باعث آسیب اکسیداسیونی به فتوسیستم ها می‌گردد (۱۹،۲۵). به نظر می‌رسد، که افزایش غلظت سدیم و کاهش غلظت پتاسیم ودر نتیجه کاهش نسبت K/Na در ترکیب پایه- پیوندی F/Tuono به مقدار بیشتری نسبت به F/GF_{677} ، می‌تواند یکی از دلایل این اختلاف باشد. همچنین کاهش چشمگیر سطح برگ و افزایش درصد نکروزگی برگ در F/Tuono در مقایسه با F/GF_{677} دلیل دیگر این اختلاف می‌باشد (جدول۲، شکل ۴). با افزایش درصد برگهای نکروزه از سطح برگ کاسته میشود. به هر حال کاهش در سطح برگ به دلیل شوری، به این معنی است که فتوسنتز در گیاه همواره کاهش می‌یابد (۱۹). شکل ۲ ارتباط مثبت بین شدت فتوسنتز خالص و نسبت K/Na را در هر دو پایه نشان میدهد.

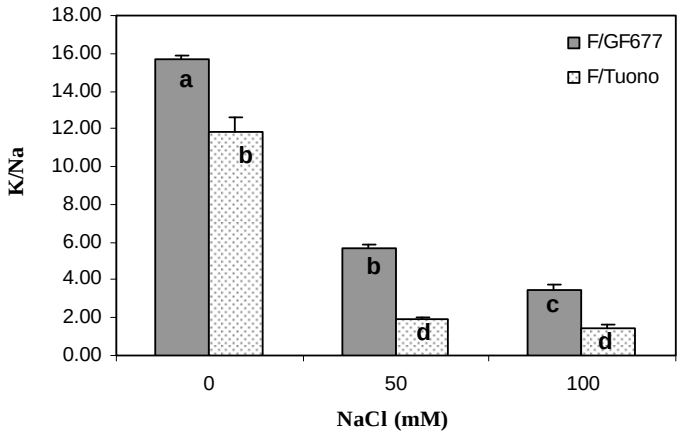
طباطبایی (۲۰۰۷) عقیده دارد که رابطه مثبت میان فتوسنتز خالص و نسبت K/Na، حاکی از ارتباط میان شدت فتوسنتز خالص و محتوای نمک می‌باشد. در حالی که تاتینی و همکاران (۲۶) عدم ارتباط بین این دو را گزارش نموده اند. برخی نیز عقیده دارند که ارتباط بین شوری و شدت فتوسنتز خالص بر حسب رقم متفاوت می‌باشد (۲۵). با افزایش سطوح نمک، نسبت K/Na در هر دو پایه کاهش یافت (شکل ۳)، ولی روند آن در F/Tuono نسبت به F/GF_{677} کاهش بیشتری را نشان داد. بنا بر گفته تاتینی (۲۶) مکانیسم مقاومت ارقام متحمل به نمک در زیتون احتمالا به توانایی آنها در حفظ نسبت مناسبی از K/Na در بافت هایی که فعالانه در حال رشد هستند، مربوط می‌شود . در گونه های مرکبات نیز معمولا تحمل نمک با حفظ نسبت بالایی از K/Na در بافت های مختلف گیاه همراه می‌باشد (۴).

همانگونه که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، کاهش سطح برگ در اثر تنش شوری در هر دو پایه معنی دار بوده و با افزایش غلظت نمک، روند کاهش سطح برگ بوضوح مشاهده میشود. کاهش سطح برگ می‌تواند به سه دلیل عمده یعنی کاهش در اندازه تک تک برگها، کاهش در تولید برگهای جدید و نهایتا ریزش برگهای پیر باشد.

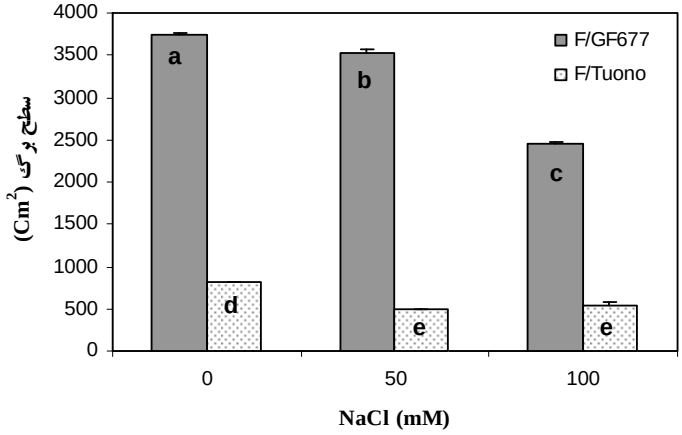


(شکل ۲)- ارتباط بین شدت فتوسنتز و نسبت K/Na در برگ

1- Negative feedback
2- Reactive Oxygen Species



(شکل ۳)- اثر سطوح مختلف کلرید سدیم و پایه بر نسبت K/Na در برگ



(شکل ٤)- اثرسطوح مختلف کلرید سدیم و پایه بر سطح برگ

سطح ویژه برگ که شاخصی از ضخامت برگ است، با افزایش سطوح نمک در هر دو پایه بطور معنی داری کاهش یافت (جدول ۲). کاهش سرعت رشد برگ بعد از افزایش شوری عمدتا به دلیل اثر اسمزی نمک در اطراف ریشه می‌باشد. افزایش ناگهانی شوری خاک باعث می‌شود که سلولهای برگ بطور موقت آب خود را از دست بدهند. با گذشت زمان سرعت تقسیم و طویل شدن سلول ها کاهش یافته و در نتیجه، این تغییرات منجر به کوچک تر شدن اندازه نهایی برگ ها خواهد شد (۱۹). همچنین تنش شوری باعث کاهش محتوای رطوبت نسبی برگ (LRWC) بادام بر روی هر دو پایه شد (جدول ۲). کاهش در LRWC تحت شرایط تنش شوری، در نتیجه محدودیت دسترسی به آب جهت فرآیند توسعه سلولی بوده و نشانگر کاهش تورژسانس سلول می‌باشد (۲۹).

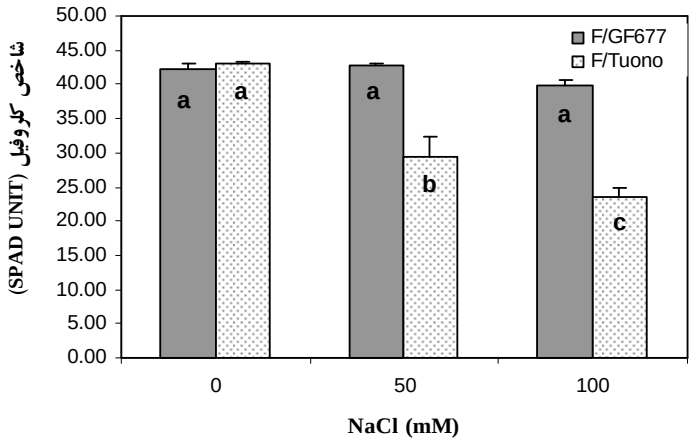
نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد، که تاثیر شوری بر شاخص کلروفیل در هر دو پایه معنی دار می‌باشد (شکل ۵). در F/GF_{677} با افزایش شوری، شاخص کلروفیل نه تنها کاهش معنی داری را نشان نداد، بلکه در سطح ۵۰ mM نیز افزایش یافت. اما در F/Tuonoبا افزایش شوری، شاخص کلروفیل کاهش معنی داری داشت.

در حقیقت تغییر ابعاد سلول در اثر تنش شوری، با کاهش بیشتری در سطح نسبت به عمق همراه بوده و باعث کوچکتر و ضخیم تر شدن برگ ها شده و این تغییرات آناتومیکی، موجب افزایش تراکم کلروپلاست در واحد سطح برگ می‌شوند (۱۹). همچنین کاهش در محتوای کلروفیل برگ را میتوان با کاهش در غلظت پتاسیم برگ مرتبط دانست (۲۳). در نهایت میتوان گفت، که محتوای کلروفیل برگ به عنوان یکی از پارامترهای تحمل نمک در گیاهان محسوب می‌شود (۵).

(جدول ۲)- اثر ات تنش شوری و پایه بر تعداد، سطح ویژه، محتوای رطوبت نسبی و درصد نکروزه شدن برگ

پایه	کلریدسدیم (mM)	تعداد برگ در گیاه	سطح ویژه برگ ($cm^2\ g^{-1}$)	محتوای رطوبت نسبی (%)	نکروزه شدن برگ (%)
F/GF_{677}	۰	۳۶۶/۰۰ b	۹۶/۶۵ a	۹۳/۱۶ a	۰/۰۰ c
	۵۰	۴۴۳/۰۰ a	۷۵/۷۲ b	۹۱/۸۰ ab	۰/۳۱ c
	۱۰۰	۲۶۱/۶۷ c	۷۱/۱۷ b	۸۷/۶۰ b	۰/۴۱ c
F/Tuono	۰	۱۰۶/۰۰ d	۶۹/۵۲ b	۹۶/۱۷ a	۰/۰۰ c
	۵۰	۵۸/۰۰ e	۷۱/۱۶ b	۹۱/۷۱ ab	۷/۱۸ b
	۱۰۰	۴۳/۳۳ e	۵۲/۴۴ c	۹۴/۰۴ a	۹/۲۷ a
تیمار		معنی داری			
کلرید سدیم		**	**	*	**
پایه		**	**	*	**
پایه × کلرید سدیم		**	**	ns	**

** – معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ns غیر معنی دار



(شکل ۵)- اثرسطوح مختلف کلرید سدیم و پایه بر شاخص کلروفیل برگ

(جدول۳)- اثر سطوح مختلف کلرید سدیم و پایه بر غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و سدیم برگ

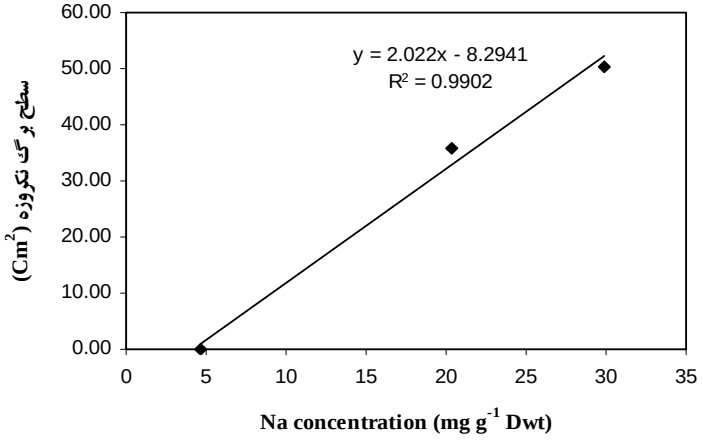
پایه	کلرید سدیم (mM)	نیتروژن ($mg\ g^{-1}Dwt$)	فسفر ($mg\ g^{-1}Dwt$)	پتاسیم ($mg\ g^{-1}Dwt$)	سدیم ($mg\ g^{-1}Dwt$)
F/GF_{677}	۰	۳۵/۰۵ a	۱۰/۵۸ a	۵۳/۳۴ a	۳/۴۰ d
	۵۰	۲۷/۶۶ cd	۸/۸۲ d	۵۲/۹۳ a	۹/۳۲ c
	۱۰۰	۲۴/۴۵ d	۹/۳۳ bc	۴۳/۶۸ b	۱۲/۸۴ c
F/Tuono	۰	۳۱/۷۰ b	۹/۴۷ b	۵۴/۹۵ a	۴/۶۵ d
	۵۰	۲۸/۱۵ c	۹/۷۰ b	۳۸/۸۴ b	۲۰/۳۸ b
	۱۰۰	۲۶/۲۱ cd	۸/۸۶ cd	۴۳/۶۸ b	۲۹/۹۴ a
تیمار				معنی داری	
کلرید سدیم		**	**	**	**
پایه		ns	*	*	**
پایه × کلرید سدیم		*	**	**	**

** – معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ns غیر معنی دار

ارتباط بین شوری و عناصر غذایی در محصولات باغی بسیار پیچیده است. عملکرد محصول میتواند بواسطه تاثیر شوری بر ایجاد عوارض تغذیه ای در حد رضایت بخشی نباشد. این عوارض می‌تواند ناشی از تاثیرات شوری بر قابلیت دسترسی، رقابت در جذب، انتقال یا توزیع عنصر غذایی در داخل گیاه باشد (۱۱). چگونگی تاثیر شوری و پایه بر غلظت عناصر غذایی و سدیم (جدول ۳)، نشان می‌دهد که شوری اثر کاهنده معنی داری بر غلظت نیتروژن برگ داشته است، بطوریکه با افزایش سطوح شوری غلظت نیتروژن برگ کاهش یافته است. بین پایه ها نیز اختلاف معنی داری مشاهده نشد.

بسیاری از تحقیقات آزمایشگاهی و گلخانه ای کاهش در تجمع نیتروژن در گیاهان به دلیل تنش شوری را نشان داده است (۱۱). شوری همراه با کاهش تولید ماده خشک، جذب نیتروژن را نیز کاهش می‌دهد (۱۴). این کاهش می‌تواند ناشی از اثر آنتاگونیسمی یون کلر درجذب نیترات، کاهش متابولیسم نیتروژن در اثر کاهش فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز برگ و کاهش مصرف آب بدلیل کاهش جذب آب توسط گیاه باشد (۱۱،۲۳). تاثیر شوری و پایه بر روی غلظت فسفر برگ معنی دار بود. با افزایش شوری، غلظت فسفر برگ کاهش یافت. اثرات متقابل بین شوری و فسفر در گیاهان همانند نیتروژن پیچیده می‌باشد. این اثر متقابل به شدت به گونه یا رقم گیاه، مرحله نمو گیاه، ترکیب و سطوح شوری و غلظت فسفر در محیط رشد بستگی دارد. بنابراین با توجه به نوع گیاه و شرایط آزمایش، نتایج متفاوتی را می‌توان انتظار داشت (۱۱). غلظت پتاسیم برگ در نتیجه اثر متقابل شوری و پایه معنی دار می‌باشد. در F/GF_{677} با افزایش شوری تا سطح ۵۰mM، غلظت پتاسیم در مقایسه با شاهد کاهش معنی داری را نشان نداد، ولی با افزایش شوری تا سطح ۱۰۰ mM، غلظت آن بطور معنی داری کاهش یافت. در حالیکه در F/Tuono با افزایش شوری تا سطح ۱۰۰mM، غلظت پتاسیم کاهش معنی داری را نشان داد. حفظ سطوح مناسبی از پتاسیم برای ادامه حیات گیاه در مکانهای شور ضروری می‌باشد. بسیاری از تحقیقات انجام شده بر روی انواع گسترده ای از محصولات باغی، ثابت می‌کند که غلظت پتاسیم در بافت گیاه و عمدتاً بر اساس ماده خشک، با افزایش میزان سدیم ویا افزایش Na^{+}/Ca^{+2} حاصل از شوری در محیط ریشه کاهش پیدا می‌کند (۱۱). کاهش پتاسیم می‌تواند به دلیل رقابت سدیم بر سر مکان های اتصال به ناقل های غشاء پلاسمایی ویا نشت پتاسیم به دلیل عدم ثبات غشاء پلاسمایی باشد (۷). در این آزمایش علایم ظاهری آسیب دیدگی برگ با نکروزه شدید و ریزش برگ های پیر در F/Tuono همراه بود. در حالیکه هیچ نشانه ای از نکروزه و ریزش برگ در F/GF_{677} مشاهده نشد. به

عقیده مونز (۲۰۰۲) سدیم به جای تجمع در برگ های بالایی و جوانتر، ترجیحا در برگ های پایینی و پیر تر تجمع می‌یابد. همچنین آسیب اختصاصی ناشی از سدیم با تجمع سدیم در بافت برگ همراه بوده و ماحصل آن نکروزه برگ های پیر می‌باشد، که ابتدا از نوک و حاشیه ها شروع شده و در صورت تشدید آن به سمت مرکز برگ گسترش می‌یابد. آسیب شدید برگ ناشی از شوری، از خصوصیات بارز گونه های حساس به شوری در درختان میوه تلقی شده و آستانه تحمل شوری بین ارقام و گونه ها نیز توسط این شاخص ارزیابی می‌شود (۱۵). علایم ظاهری آسیب برگی ناشی از شوری در گیاه *Casuarina inophloia* در غلظتی از سدیم معادل با $mg\ g^{-1}Dwt$ ۱۲/۹ مشاهده شد (۱۳). در این آزمایش آسیب برگی درترکیب پایه- پیوندی F/Tuono به شکل نکروزه شدید برگ های پیر و ریز ش آنها در سطح شوری ۵۰ mM و غلظتی از سدیم معادل با $mg\ g^{-1}Dwt$ ۲۰/۳۸ ظاهر شد. شکل ۶ ارتباط مثبت میان غلظت سدیم برگ با سطح نکروزه برگ در F/Tuono را نشان می‌دهد.



(شکل ٦)- ارتباط بین غلظت سدیم برگ و سطح برگ نکروزه

همگام با افزایش شوری، غلظت سدیم برگ نیز بر روی هر دو پایه بصورت معنی داری افزایش یافت، اما بین پایه ها اختلاف بسیار معنی داری وجود داشت. بطوریکه در F/GF_{677} غلظت سدیم برگ تا سطح ۵۰ mM ، نسبت به شاهد افزایش داشته، ولی در سطح ۱۰۰ mM افزایش معنی داری را نشان نداد. در حالیکه در F/Tuono با افزایش شوری تا سطح ۱۰۰mM، غلظت سدیم روند افزایشی معنی‌داری را نشان داد. این نتایج نشان می‌دهد که قابلیت این پایه ها در رابطه با جذب یا انتقال سدیم به پیوندک متفاوت بوده و بین میزان تحمل شوری با مقدار انتقال سدیم به برگ ارتباط بسیار نزدیکی وجود دارد. به عقیده مونز(۱۸) نحوه دفع نمک در گلیکوفیت ها با قابلیت ایجاد محدودیت در جذب و یا انتقال کلر و سدیم از ریشه به قسمت‌های بالایی گیاه مرتبط می‌باشد. تجمع مقادیر نسبتا بالایی از کلر و سدیم در ریشه در مقایسه با برگ در انگور رقم سلطانا و نیز قابلیت ذخیره سازی سدیم در ریشه ها به عنوان شاخصی از تحمل به نمک در پایه ها محسوب می‌شود (۱۶). تحمل نمک در گونه های مرکبات نیز معمولا با توانایی آنها در ایجاد محدودیت در جذب، انتقال و یا هم جذب و انتقال یونهای نمک از ریشه به شاخ و برگ همراه می‌باشد (۴). در گلابی نیز رقم متحمل به شوری *Pyrus betulaefolia* در مقایسه با ارقام حساسی چون *P. pyrifolia* و *P. calleryana*، از طریق مکانیسم هایی چون ذخیره سازی یا ایجاد محدودیت در انتقال کلر و سدیم از ریشه به قسمت های هوایی، تا سطح ۲۰۰ mM کلرید سدیم را بدون بروز علایم ظاهری سمیت در برگ، تحمل می‌کند (۱۵). تحمل شوری در ارقام مختلف زیتون نیز به ویژگیهای رقم وابسته بوده و با مکانیسم های موثری همچون دفع نمک و محبوس نمودن یونهای کلر و سدیم در ریشه ها همراه می‌باشد (۲۵). در آووکادو تحمل نسبی پایه های مختلف عمدتا به دلیل قابلیت آنها در انتقال محدود کلر و سدیم به پیوندک می‌باشد (۱۷).

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد، که بادام یک گیاه حساس به تنش شوری می‌باشد. بادام رقم Tuono را نمی توان به عنوان یک پایه متحمل به شوری در مناطقی با خاکهای شور توصیه کرد. در این مناطق بهتر است از پایه های متحمل تری همچون GF_{677} استفاده کرد. این پایه به دلیل قابلیت هایی نظیر قدرت رشد رویشی بالا، دارا بودن مکانیسم های تدافعی همچون ایجاد محدودیت در جذب و انتقال سدیم به رقم پیوندک، حفظ نسبت بالایی از پتاسیم و در نهایت تداوم رشد رویشی حتی در شرایط تنش شوری، به عنوان یک پایه متحمل به شوری برای ارقام تجاری بادام و هلو توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

در پایان از سرکار خانم مهندس لیلا سید لر فاطمی دانشجوی دکترای تخصصی علوم باغبانی دانشگاه تبریز به جهت همکاری در کلیه مراحل انجام این تحقیق، صمیمانه تشکر و قدردانی میگردد.

منابع

۱- ایمانی ع. ۱۳۷۹. اصلاح بادام (ترجمه). چاپ اول. نشر آموزش کشاورزی. کرج.
۲- رادنیا ح . ۱۳۷۵. پایه های درختان میوه (ترجمه). چاپ اول. نشر آموزش کشاورزی. کرج.
۳- طباطبایی س.ج. ۱۳۸۸. اصول تغذیه معدنی گیاهان. چاپ اول. نشر خوارزمی. فصل تجزیه مواد.
4- Ballester G.F., Garcia-Sanchez F., Cerda A., and Martinez V. 2003. Tolerance of citrus rootstock seedlings to saline stress based on their ability to regulate ion uptake and transport. Tree Physiology, 23: 256-271.
5- Bolat I., Kaya C., Almaca A., and Timucin S. 2006. Calcium sulfate improve salinity tolerance in rootstock of plum. Journal of Plant Nutrition, 29:553-564.
6- Duran-Zuazo V.H., Martinez-Raya H., and Aguilar-Ruiz J. 2003. Salt tolerance of mango rootstock (*Magnifera indica* L. cv.Osteen). Spanish Journal of Agricultural Research, 1(1):67-78.
7- Ferreira-Silva, S.L., J. Silveira., E. Voigt., L. Soares., and R. Viegas. 2008. Changes in physiological indicators associated with salt tolerance in two contrasting cashew rootstocks. Braz. J. Plant Physiol. 20(1): 51-59.
8- Fisarakis I., Nikolaou N, Tsikalas P., Therios I., and Stavrakas D. 2004. Effect of salinity and rootstock on concentration of potassium, calcium, magnesium, phosphorus, and nitrate-nitrogen in thompson seedless grapevine. Journal of Plant Nutrition, 12:2117-2134.
9- Garcia-Sanchez F., Syvertsen J.P., Martinez V., and Melgar J.C. 2006. Salinity tolerance of "Valencia " orange trees on rootstocks with contrasting salt tolerance is not improved by moderate shade. Journal of Experimental Botany, 121:1-10
10- Garcia-Sanchez F., and Syvertsen J.P. 2006. Salinity tolerance of Cleopatra mandarin and carrizo citrange citrus rootstock seedlings is affected by CO_2 enrichment during growth. Journal of the American Society for Horticultural Science, 131:24- 31.

11- Grattan S.R., and Grieve C.M. 1999. Salinity – mineral nutrient relations in horticultural crops. Scientia Horticulture, 78.127-157.
12- Grattan S.R. 2002. Irrigation water salinity and crop production. Universiy of California. ANR Publication. 8066.
13- 13. Kozlowski T.T. 1997. Response of woody plants to flooding and salinity. Tree Physiology Monograph. No.1.
14- Lea-Cox, J., and J.P. Syvertsen. 1993. Salinity reduce water use and nitrate- N-use
15- efficiency of citrus. Annals of Botany, 72:47-54.
16- Matsumoto K., Chun J., Tamura F., Kamamoto Y., and Tanabe K. 2006. Salt tolerance in *Pyrus* species is linked to levels of Na and Cl translocation from roots to leaves. J.Japan. Soc. Hort. Sci.75(5):385-391.
17- Matsumoto K., Tamura F., Chun J., and Tanabe K. 2006. Native mediterranean *Pyrus* rootstock, *P. amygdaliformis* and *P. elaeagrifolia*, present higher tolerance to salinity stress compared with asian natives. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 75(6):450-457.
18- Mickelbart M.V., and Arpaia M.L. 2002. Rootstock influences in ion concentrations, growth, and photosynthesis of 'Hass' avocado trees in response to salinity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127(4): 649-655.
19- Munns R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell Environ. 25:239-250.
20- Munns R., and Tester M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant Biol. 59: 651-681.
21- Naeini M.R., Khoshgoftarmanesh A.H., and Fallahi E. 2006. Partitioning of chlorine, sodium and potassium and shoot growth of three pomegranate cultivars under different levels of salinity. Journal of Plant Nutrition. 29: 1835-1843.
22- Shani U., and Ben-Gal A. 2005. Long-term response of grape vines to salinity: osmotic effects and ion toxicity. Am. J. Enol. Vitic. 56: 2.
23- Sotiropoulos T.E., Therios I.N., Almaliotis D., Papadakis I., and Dimassi K.N. 2006. Response of cherry rootstocks to boron and salinity. Journal of Plant Nutrition.29: 1691-1698
24- Szczerba, M.W., D.T. Britto., and H.J. Kronzucker. 2009. K^+ transport in plants: physiology and molecular biology. Journal of Plant Physiology, 166; 447-466.
25- Tabatabaei S.J. 2006. Effects of salinity and N on the growth, photosynthesis and N status of olive *(Olea europaea* L.) trees. Scientia Horticulturae, 108: 432- 438.
26- Tabatabaei S.J. 2007. Salinity stress and olive: An overview. Plant Stress. Global Science Books.1(1): 105-112.
27- Tattini M.R., Gucci M.A., Coradeschi C., Ponzio J., and Everard D. 1995. Growth, gas exchange and ion content in *Olea europaea* plants during salinity stress and subsequent relief. Plant Physiology.95: 203-210.
28- Tester, M., and Davenport R. 2003. Na^+ tolerance and Na^+ transport in higher plants. Annals of Botany, 91: 503-527.
29- Yamasaki S., and Dillenburg L.C. 1999. Measurements of leaf relative water content in *Araucaria angustifolia*. Revista Brasilian Fisiologia Vegetal, 11: 69-75.
30- Yildirim E., Karlidag H., and Turan M. 2009. Mitigation of salt stress in strawberry by foliar K, Ca and Mg nutrient supply. Plant. Soil. Environ., 55(5): 213-221.

Journal of Horticultural Sciences
Vol. 23, No. 2, Fall-Winter 2009-10, P. 131-140
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۳، شماره ۲، نیمسال دوم ۱۳۸۸ ، ص. ۱۴۰-۱۳۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

The effects of salinity stress and rootstock on the growth, photosynthetic rate, nutrient and sodium concentrations of almond (*Prunus dulcis* Mill.)

M.Oraei[1] - S.J. Tabatabaei[2*] - E.Fallahi[3] - A. Imani[4]

Abstract

Salinity tolerance is one of the major factor influencing crop productivity in arid and semi-arid areas. The salinity tolerance of fruit trees can be enhanced through the use of tolerant rootstocks. This experiment was conducted to investigate the effects of salinity stress and rootstock on the growth, photosynthetic rate and nutrient concentrations of almond (*Prunus dulcis* Miller.) cv. "Ferragnes" grown in the soilless culture and controlled environment. Three levels of NaCl (0, 50, 100 mM) and two rootstock (GF_{677}, Tuono) was factorially combined in a randomized complete block design with four replications. The results showed that the salinity stress had a significant diminish effects on vegetative and physiological characteristics and nutrient concentrations of almond. The severity of the adverse effects of salinity varied among rootstocks. Fresh and dry weights of leaf and root, leaf number and chlorophyll index was increased in F/GF_{677} at 50 mM salinity level and then decreased compare to that in control, however it was decreased at 100 mM salinity concentration in F/Tuono. Photosynthetic rate, leaf area and K/Na ratio was decreased with increasing salinity in both rootstocks, it became more pronounced in F/Tuono. With increasing NaCl levels, leaf concentrations of N, P, K was decreased and Na concentration was increased in both rootstocks. This results imply that GF_{677} have a exclusion mechanism such as restrict either the uptake or transport of Na from root to shoot or maintain sufficient level of K, have a higher salt tolerance than Tuono hence, under salinity conditions can be useful salt-tolerant rootstock for different almond cultivars.

Key words: Almond, Rootstock, Salinity tolerance, Salinity stress, Photosynthesis

1,2 - Ph.D Student and Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Respectively
(*-Corresponding author Email: tabatabaei@tabrizu.ac.ir)
3 - Professor and Director of Pomology, University of Idaho, Parma Research and Extension Center Idaho, USA
4 - Faculty Member of Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran