Archive of SID

اثر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در برخی از ژنوتیپ‌های انتخابی بادام پیوند شده روی پایه GF_{677}

Effect of Salinity Stress on the Morphological and Physiological Characteristics in Some Selected Almond (*Prunus dulcis*) Genotypes Budded on GF_{677} Rootstock

علی مؤمن‌پور[۱]، داود بخشی[۲*]، علی ایمانی[۳] و حامد رضایی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۰۸

چکیده

به‌منظور ارزیابی تحمل به شوری تعدادی از ژنوتیپ‌های بادام، آزمایشی گلدانی در سال ۱۳۹۲ با دو فاکتور ژنوتیپ در ۱۱ سطح، شامل ارقام تونو، نان پاریل، مامایی، شکوفه، سهند، شاهرود ۱۲، A_{200} و ژنوتیپ‌های ۲۵-۱، ۱۶-۱ و ۴۰-۱۳ پیوند شده روی پایه GF_{677} و پایه GF_{677} (پیوند نشده به‌عنوان شاهد) و فاکتور شوری آب آبیاری در ۵ سطح، شامل ۰ (صفر)، ۱/۲، ۲/۴، ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر نمک کلرید سدیم (که به‌ترتیب هدایت الکتریکی برابر ۰/۵، ۲/۵، ۴/۹، ۷/۳ و ۹/۸ دسی‌زیمنس بر متر داشتند)، انجام شد. نتایج نشان داد، 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، محتوی رطوبت نسبی برگ، شاخص کلروفیل، کلروفیل‌های a، b و کل و کارتنوئید در برگ‌های بالایی و پایینی، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، کاهش یافتند. تعداد برگ‌های نکروزه، میزان ریزش برگ، نسبت وزن خشک به وزن تر اندام هوایی، نسبت وزن تر و خشک ریشه به وزن تر و خشک اندام هوایی، درصد نشت یونی و درصد آسیب‌دیدگی غشاء سلولی در برگ‌های بالایی و پایینی، افزایش یافتند. نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان داد که نوع رقم پیوندی، در افزایش تحمل شوری بسیار مؤثر است. در مجموع، رقم شاهرود ۱۲، به‌عنوان متحمل‌ترین رقم به تنش شوری انتخاب شد. این رقم توانست به‌خوبی شوری تا ۳/۶ گرم در لیتر کلرید سدیم (۷/۳ دسی‌زیمنس بر متر)، را تحمل نماید. در نقطه مقابل رقم سهند، به‌عنوان حساس‌ترین رقم نسبت به تنش شوری تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های رشد، نشت یونی، کلرید سدیم، کلروفیل، کاروتنوئید

۱ و ۲. به ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳. دانشیار بخش تحقیقات باغبانی، موسسه نهال و بذر کرج، کرج، ایران
۴. استادیار بخش تحقیقات اصلاح خاک و مدیریت پایدار اراضی، موسسه آب و خاک کرج، کرج، ایران
*: نویسنده مسئول Email: bakhshi-d@guilan.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

بادام (*Prunus dulcis*)، یکی از درختان میوه مناطق معتدله بومی فلات ایران است که طبق آخرین آمار به‌دست آمده در سال ۱۳۹۰، ایران با سطح زیرکشت بیش از ۱۷۰ هزار هکتار و تولید ۱۵۸ هزار تن، سومین کشور تولیدکننده آن در دنیا محسوب می‌شود (*فائو*[1]، 2011). بادام در مناطقی با زمستان-های معتدل و تابستان‌های گرم و خشک رشد می‌کند. اکثر مناطق ایران در اقلیم خشک و نیمه‌خشک قرار دارند که رشد و نمو گیاهان را با محدودیت خشکی و شوری مواجه می‌کند. معمولاً در این گونه مناطق شوری آب نیز بالاست که این امر، موجب آسیب بیشتر می‌شود. در این میان ترکیب پایه و پیوندک به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار در میزان حساسیت یا تحمل به شوری در درختان میوه کشت شده از جمله بادام در نظر گرفته شده است (*مورنو و کامبرا*[2]، 1994).

در سال‌های اخیر به دلایل مختلف ازجمله جهت یکنواخت‌سازی درختان، به‌جای پایه‌های بذری از پایه‌های رویشی استفاده می‌شود. پایه GF_{677} دورگ طبیعی بادام و هلو است که جزء اولین پایه‌هایی به‌شمار می‌رود که به روش رویشی تکثیر شده است (*مورنو و کامبرا*، 1994). مشخص شده است که پایه GF_{677} متحمل به شوری می‌باشد، درحالی‌که پایه نماگارد [*P. persica* × *P. davidiana*]، حساسیت بالایی به شوری دارد (*مونتایم*[3] و همکاران، 1994). تحمل پایه GF_{677} نسبت به سطوح مختلف شوری حاصل از کلرید سدیم مورد بررسی قرار گرفته و نشان داده شده است که این پایه نسبت به شوری متحمل است به‌طوری‌که شوری تا ۶۰ میلی‌مولار (۵/۵ دسی-زیمنس بر متر) را تحمل می‌کند (*راحمی*[4] و همکاران، 2008). همچنین، گزارش شده است که پایه GF_{677} 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 کلریدسدیم در مقایسه با پایه بذری تووانو[5] (هیبرید بین رقم خودگرده‌افشان تونو و رقم ژنکو[6] در شرایط گرده‌افشانی کنترل شده) داشته است و می‌تواند شوری تا ۵۰ میلی‌مولار (۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر) را تحمل کند (اورعی و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین گزارش شده است که مقاومت این پایه نسبت به شوری از پایه بذری HS_{302} × (*P. armeniaca* × *P. cerasifera*) و پایه بذری HS_{312} × (*Prunus amygdalus*

1. FAO
2. Moreno and Cambra
3. Montaium
4. Rahemi
5. Tuvano
6. Genco

P. persica) و رقم سهند بیشتر است و می‌توان از آن به‌عنوان یک پایه متحمل به شوری برای ارقام مختلف بادام استفاده کرد (دژمپور و همکاران، ۱۳۹۱)

پژوهش‌های انجام یافته، نشان می‌دهند که شاخص‌های مورفولوژیکی بادام ازجمله 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 (*ال-عذب*[7] و همکاران، 1998؛ *نوتیساکیس*[8] و همکاران، 1997؛ *راحمی* و همکاران، 2008). *نوتیساکیس* و همکاران (1997)، طی مطالعاتی که در مورد تأثیر سطوح شوری صفر، ۱/۸ و ۳/۶ گرم در لیتر کلرید سدیم روی ارقام مختلف بادام انجام داده‌اند، به این نتیجه رسیدند که ارقام بادام عکس-العمل متفاوتی به سطوح مختلف شوری نشان می‌دهند. در تحقیقی، اثر کلرید سدیم در ۴ سطح صفر، ۴، ۸ و ۱۶ دسی-زیمنس بر متر بر خصوصیات مورفولوژی برخی از ارقام دیرگل بادام که روی پایه GF_{677} پیوند شده بودند مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد 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 ارقام آراز، اسکندر و نان پاریل و بیشترین درصد نکروزه شدن برگ به‌ترتیب در رقم‌های منقا، سهند و آذر مشاهده شد (بای بوردی، ۱۳۹۲). در پژوهش دیگری، اثر تنش شوری روی دانهال‌های چهار رقم بادام (تونو، سهند، نان پاریل و آذر) بررسی و گزارش شد که شوری باعث کاهش روند رشد گیاهان می‌شود. طول ساقه، وزن تر و خشک کل گیاهچه، شاخساره و ریشه در هر چهار رقم کاهش یافت. مقدار کاهش در این شاخص‌ها متناسب با غلظت NaCl در تیمارهای شوری بود به‌طوری‌که بیشترین کاهش مربوط به غلظت ۱۰۰ میلی‌مول در لیتر بود. این محققان گزارش کردند که کاهش زیست توده به‌دلیل کاهش فتوسنتز در اثر شوری است (گریگوریان و همکاران، ۱۳۸۱). مقایسه تحمل به شوری ارقام و گونه‌های وحشی بادام نشان داده است که با افزایش سطوح شوری تا ۶۰ میلی‌مولار در لیتر، نشانه سوختگی در حاشیه برگ ارقام بادام به تدریج ظاهر و با حالت پیش‌رونده در طول زمان، باعث پژمردگی و در نهایت ریزش کامل برگ‌ها می شود، در حالیکه گونه‌های بادام وحشی چنین علائمی را بروز ندادند (*رحمانی*[9] و همکاران، 2003). بروز سوختگی حاشیه‌ای در

7. El-Azab
8. Noitskis
9. Rahmani

www.SID.ir

Archive of SID

برگ‌های ارقام حساس به شوری را به کاهش محتوای نسبی آب و پتانسیل اسمزی و تجمع یون‌های سمی از قبیل کلر و سدیم نسبت داده شده است (*کاراکاس*[1] و همکاران، 2000).

مشخص شده است که شوری علاوه‌بر تأثیر بر خصوصیات مورفولوژیکی، بر شاخص‌های فیزیولوژیکی گیاهان نیز تأثیرگذار است. *شیبلی*[2] و همکاران، (2003)، با بررسی اثر شوری بر روابط آبی و محتوای یونی بادام تلخ گزارش کردند که پتانسیل اسمزی شیره یاخته‌ای برگ از منفی ۰/۴ در شاهد تا منفی ۱۱/۱ در تیمار ۱۰۰ میلی‌مول بر لیتر نمک کلریدسدیم قابل افزایش است. *ماسایی*[3] و همکاران، (2004)، با مطالعه اثر سطوح مختلف نمک کلرید سدیم بر هلوی رقم آرمکینگ پیوند شده روی پایه های میروبالان (Mr.S2/5) و GF_{677} نشان دادند که با افزایش غلظت نمک، محتوای نسبی آب و پتانسیل اسمزی در حالت آماس کامل در برگ‌های ترکیب پیوندی Arm / GF_{677} کمتر از از ترکیب پیوندی Arm/ Mr.S2/5 کاهش می‌یابد. این محققان علت این امر را افزایش تدریجی یون‌های سدیم با افزایش سطح شوری حتی تا دو برابر نسبت به شاهد در تیمار ۱۲۰ میلی‌مول در لیتر در ترکیب پیوندی اخیر بیان نمودند. یکی دیگر از راه های پی بردن به میزان آسیب به غشاهای سلولی، استفاده از اندازه‌گیری نشت یونی نسبی می‌باشد. ثبت میزان نشت یونی نسبی، تخمین خسارت بافت‌ها را امکان‌پذیر می‌کند. این روش برای اولین بار توسط *دکستر*[4] و همکاران (1930 و 1932) به‌منظور بررسی مقاومت به سرما در گیاهان بکار برده شد و در طی زمان به‌منظور سنجش آسیب غشاء سلولی نسبت به سایر تنش‌های محیطی ازجمله تنش شوری به‌کار برده شد (*چن*[5] و همکاران، 1999).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که شوری باعث تخریب ساختار کلروپلاست‌ها، کاهش میزان کلروفیل و عدم‌پایداری ترکیب‌های رنگیزه-پروتئین می‌شود (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰). غلامی و راحمی (۱۳۸۹)، اثر غلظت‌های مختلف شوری را بر میزان کلروفیل برگ‌های پایه GF_{677} بررسی و گزارش کردند که با افزایش غلظت شوری میزان کلروفیل برگ‌ها، به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. اثر غلظت‌های مختلف شوری بر میزان شدت فتوسنتز و کلروفیل در دو پایه GF_{677} و تووانو بررسی و گزارش شد که با افزایش غلظت شوری به‌طور معنی‌داری از شدت فتوسنتز و میزان کلروفیل برگ در هر دو پایه کاسته شد ولی این میزان کاهش در پایه بذری تووانو بیشتر از پایه GF_{677} بود (اورعی و همکاران، ۱۳۸۸).

علی‌رغم ارایه وجود اطلاعاتی در زمینه تأثیر تنش شوری بر خصوصیات مورفولوژیک، بیوشیمیایی و فیزیولوژی بادام، تاکنون تحقیقات اندکی در زمینه ترکیب پایه و پیوندک متحمل برای این گیاه، انجام شده است. لذا، در این راستا، تحقیق حاضر، با هدف ارزیابی خصوصیات رشدی ۱۰ ژنوتیپ بادام پیوند شده روی پایه GF_{677} تحت شرایط تنش شوری حاصل از کلرید سدیم و معرفی متحمل‌ترین رقم انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور ژنوتیپ در ۱۱ سطح شامل ارقام تونو، نان پاریل، مامایی، شکوفه، سهند، شاهرود ۱۲، A_{200} و ژنوتیپ‌های ۲۵-۱، ۱۶-۱ و ۴۰-۱۳ پیوند شده روی پایه GF_{677} و پایه GF_{677} (پیوند نشده به‌عنوان شاهد) و فاکتور شوری آب آبیاری در پنج سطح شامل صفر، ۱/۲، ۲/۴، ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم (که به‌ترتیب هدایت الکتریکی برابر ۰/۵، ۲/۵، ۴/۹، ۷/۳ و ۹/۸ دسی‌زیمنس بر متر داشتند)، و با سه تکرار انجام شد. گلدان‌ها در مدت آزمایش در گلخانه‌ی تحقیقاتی موسسه نهال و بذر کرج در نور طبیعی و میانگین دمایی (±۵) ۳۰ درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت‌نسبی (±۱۰٪) ۴۰٪ نگهداری شدند. به‌منظور انجام این آزمایش، ابتدا پایه‌های GF_{677} در اواخر اسفندماه در داخل گلدان‌های ۲۵ کیلویی حاوی خاکی با بافت لومی کاشته شدند (جدول ۱)، سپس ژنوتیپ‌های مورد با استفاده از پیوند شکمی در ابتدای خردادماه روی آن‌ها پیوند شدند و پس از رشد کافی پیوندک‌ها (دو ماه پس از عمل پیوند)، اعمال تیمارهای شوری آغاز شد و به‌مدت سه ماه (۱۳ هفته)، ادامه یافت (مشخصات ژنوتیپ‌های مطالعه شده در آغاز تیمار شوری در جدول ۴ آمده است).

به‌منظور اعمال تیمارهای شوری، ابتدا نمک‌های طبیعی از اطراف دریاچه نمک استان قم، جمع‌آوری شدند و به موسسه خاک و آب کرج آورده شدند. سپس غلظت‌های موردنظر برای اعمال تنش شوری شامل ۱/۲، ۲/۴، ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر از نمک فوق، تهیه و مورد آنالیز قرار گرفتند که ترکیب آن در جدول ۲ ارائه شده است. به‌منظور اجتناب از ایجاد شوک ناگهانی و پلاسمولیز، افزودن نمک‌ها به‌صورت تدریجی انجام گردید و در مدت یک هفته به غلظت نهایی رسانده شد. بدین-منظور، ابتدا گیاهان با تیمار ۲/۴ گرم در لیتر، آبیاری شدند و برای اعمال تیمار شوری با غلظت ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر روی

1. Karakas
2. Shibli
3. Massai
4. Dekester
5. Chen

www.SID.ir

Archive of SID

گیاهان، در مرتبه دوم با تیمار ۳/۶ گرم در لیتر آبیاری شدند و در نهایت در مرتبه سوم گیاهانی که قرار بود با تیمار ۴/۸ گرم در لیتر نمک تیمار شوند، با این غلظت از نمک موجود در آب، آبیاری شدند. میزان رطوبت خاک گلدان‌ها در سطح ظرفیت مزرعه (FC)، قبل از انتقال گیاهان به گلدان، به کمک دستگاه صفحه فشار (F1, USA) تعیین شد. آبیاری گلدان‌ها با توجه به تغییرات وزن آنها و لحاظ نیاز آبشویی، انجام شد. به‌طوری‌که در طی دوره آزمایش (۹۱ روز)، تیمارهای شاهد و ۱/۲ گرم در لیتر، ۲۰ مرتبه، تیمار۲/۴ گرم در لیتر، ۱۹ مرتبه و تیمار ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر تیمار، ۱۷ مرتبه، اعمال شدند. تعداد دفعات کمتر آبیاری در سطوح ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر به دلیل کاهش سرعت رشد گیاهان و کاهش تبخیر و تعرق توسط آنها از یک طرف و وجود نمک بیشتر در خاک این گلدان‌ها بود. این شرایط باعث حفظ رطوبت به‌مدت بیشتری شده و فاصله زمان بین دو آبیاری در این تیمارها را افزایش می‌داد و در نتیجه تعداد دفعات آبیاری در تیمارهای شوری با غلظت‌ها بالاتر در طول دوره آزمایش نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافتند. همچنین، به‌منظور اطمینان از انجام نیاز آبشویی خاک گلدان-ها، پس از هر مرتبه آبیاری، زه آب تعدادی از گلدان‌ها به‌طور تصادفی جمع‌آوری و هدایت الکتریکی و pH آن‌ها اندازه‌گیری شد. در نهایت در پایان آزمایش نیز، نمونه خاک، از هر یک از سطوح اعمال تیمار شوری، تهیه و آنالیز شد (جدول ۳).

به‌منظور اندازه‌گیری میزان افزایش قطر، ارتفاع، تعداد برگ سبز و تعداد انشعابات گیاهان موردنظر، قبل از شروع اعمال تیمار شوری، قطر و ارتفاع آنها اندازه‌گیری شد و تعداد برگ-های سبز و تعداد انشعابات آنها یادداشت گردید و مجدداً صفات موردنظر در پایان آزمایش اندازه‌گیری شدند و مقادیر افزایش یافته محاسبه شدند. میزان تراکم برگ روی شاخه اصلی، از طریق تقسیم تعداد برگ‌های گیاه بر ارتفاع آن، بر حسب تعداد برگ در سانتی‌مترمربع محاسبه شد. به‌منظور اندازه‌گیری میزان نکروزه شدن برگ‌ها، در پایان آزمایش تعداد برگ‌هایی با میزان نکروزگی کمتر از ۵۰ درصد و ۵۰ تا ۱۰۰ درصد شمارش شد. همچنین به‌منظور اندازه‌گیری میزان ریزش برگ، در طول مدت آزمایش، تعداد برگ‌های ریزش یافته تا پایان آزمایش یادداشت شد. تعداد برگ‌های سبز گیاه از طریق تفاضل تعداد کل برگ‌ها از (برگ‌های ریزش یافته + برگ‌های با نکروزگی کمتر از ۵۰ درصد + برگ‌هایی با نکروزگی ۵۰ تا ۱۰۰ درصد) محاسبه شد (*رحمانی* و همکاران، 2003). به‌منظور اندازه‌گیری وزن تر و خشک برگ‌ها، شاخه اصلی و انشعابات شاخه اصلی، ۸ برگ از قسمت بالای شاخه، (واقع در گره‌های پنجم و ششم انتهای شاخه اصلی)، و ۸ برگ از قسمت پایینی شاخه (انتهایی‌ترین برگ‌های شاخه اصلی)، شاخه اصلی و انشعابات شاخه اصلی در پایان آزمایش از گیاهان جدا و وزن شدند و سپس به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و وزن خشک آن‌ها محاسبه شد. به‌منظور اندازه‌گیری وزن تر و خشک ریشه، پس از خارج نمودن آن‌ها از داخل خاک، ریشه‌ها از محل اتصال آنها به طوقه جدا و کاملاً با آب مقطر شست و شو داده شدند و بعد از حذف رطوبت اضافی، وزن تر آنها اندازه‌گیری شد. سپس به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و وزن خشک ریشه‌ها محاسبه شد. (موسوی و همکاران، ۱۳۸۸). به‌منظور اندازه‌گیری سطح برگ گیاهان، ۸ برگ از قسمت بالایی شاخه، (واقع در گره‌های پنجم و ششم انتهای شاخه اصلی)، و ۸ برگ از قسمت پایینی شاخه (انتهایی-ترین برگ‌های شاخه اصلی)، انتخاب و سطح برگ آن‌ها در پایان آزمایش با استفاده از دستگاه سنجش سطح برگ مدل (LI-Cor, Li 1300, USA)، اندازه‌گیری شد. به‌منظور محاسبه نسبت سطح برگ، برگ‌هایی که سطح برگ آنها محاسبه شده بودند، به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و سپس وزن خشک برگ گیاهان محاسبه شد. از تقسیم سطح برگ بر حسب سانتی‌مترمربع بر وزن خشک بر حسب گرم نسبت سطح برگ محاسبه شد (موسوی و همکاران، ۱۳۸۸). شاخص کلروفیل در برگ‌های بالایی و پایینی شاخه اصلی با استفاده از کلروفیل‌متر مدل (Spad 502 Minolota) اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری میزان کلروفیل‌های a، b و کل و میزان کارتنوئید، ۰/۲ گرم از بافت تازه برگ‌های بالایی و پایینی شاخه اصلی توزین و در هاون چینی توسط استون ۸۰ درصد عصاره‌گیری شد. از محلول فوقانی حاصل پس از عمل سانتریفیوژ برای اندازه‌گیری کلروفیل و کارتنوئید استفاده شد و میزان جذب نور برای کارتنوئید، کلروفیل a وb به‌ترتیب در طول موج‌های۴۷۰، ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل DR2000)، اندازه‌گیری شد (آرنون[1]، 1949). به‌منظور اندازه‌گیری محتوی نسبی آب برگ (RWC)، از هر گیاه ۴ برگ کامل از قسمت بالایی شاخه و ۴ برگ کامل از قسمت پایینی شاخه اصلی انتخاب شدند. پس از اندازه‌گیری وزن تر (FW)، به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در داخل آب مقطر در شرایط تاریکی قرار داده شدند تا آماس نمایند. بعد از خارج کردن برگ‌ها از آب مقطر و حذف رطوبت اضافی، وزن آماس آنها اندازه‌گیری شد (TW). سپس نمونه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده

1. Arnon

www.SID.ir

Archive of SID

شدند تا وزن خشک (DW) آنها اندازه‌گیری شود. در نهایت میزان نسبی آب برگ از طریق رابطه زیر محاسبه شد (*یاماساکی و دلینبرگ*[1]، 1999).

$$RWC = [(FW - DW)/(TW - DW)] \times 100$$

به‌منظور اندازه‌گیری نشت یونی نسبی، ۰/۵گرم برگ از هر رقم و ژنوتیپ جداگانه وزن و در داخل ویال‌های شیشه‌ای ریخته شدند و ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر به آنها اضافه شد. نمونه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت درون شیکر با دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد و با سرعت ۱۲۰دور در دقیقه قرار داده شدند و پس از ۲۴ ساعت میزان هدایت الکتریکی اولیه (Lt)، آنها به‌وسیله دستگاه ECمتر دیجیتالی (مدل Metrohm 644) اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها به‌مدت یک ساعت در حمام بن‌ماری در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و مجدداً به‌مدت دو ساعت شیکر شدند و میزان هدایت الکتریکی نهایی (LO) آنها اندازه‌گیری شد و در نهایت درصد نشت یونی طبق فرمول ۱۰۰× (LT/LO) محاسبه شد (*لوتوس*[2] و همکاران، 1995). بعد از محاسبه درصد نشت یونی نسبی برای هر نمونه، میزان آسیب‌دیدگی غشاء سلولی در نمونه‌های تیمار شده با کلریدسدیم نسبت به نمونه‌های شاهد از طریق رابطه زیر محاسبه شد

100 × [1- (T1/T2)/ 1- (C1/C2)] -1 =درصد آسیب دیدگی

که در این فرمول (T1 و T2) به‌ترتیب هدایت الکتریکی اولیه و نهایی نمونه‌های تیمار شده با کلریدسدیم و (C1 و C2)، به‌ترتیب هدایت الکتریکی اولیه و نهایی نمونه‌های شاهد است (*لوتوس* و همکاران، 1995). در نهایت، تجزیه و تحلیل داده‌های آماری، با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱)، انجام و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن و نرم‌افزار Mstatc صورت گرفت.

تفاوت‌هایی که در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در هنگام آغاز تیمار شوری مشاهده می شود، به‌دلیل تفاوت در سرعت رشدی آن‌ها است و رشد آنها در داخل گلخانه با شرایط کنترل شده، انجام شده است

نتایج و بحث

براساس نتایج به‌دست آمده (جدول ۵)، میزان قطر نهایی و افزایش آن در طی دوره اعمال تنش شوری، با افزایش غلظت کلریدسدیم در آب آبیاری، در تمامی ژنوتیپ‌ها کاهش یافت. کمترین قطر شاخه و کمترین میزان افزیش قطر در شاخه اصلی در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم مشاهده شد. میزان کاهش قطر شاخه اصلی در ژنوتیپ‌های پیوندی با یکدیگر، اختلاف معنی‌داری را نشان داد. کمترین میزان افزایش قطر شاخه اصلی در پایه GF_{677} و رقم سهند که با کلریدسدیم ۴/۸ گرم در لیتر تیمار شده بودند مشاهده شد.

نتایج نشان داد، میزان ارتفاع نهایی و افزایش آن در طی دوره اعمال تنش شوری، با افزایش غلظت کلریدسدیم در تمامی ژنوتیپ‌ها کاهش یافت. میزان کاهش ارتفاع در ژنوتیپ‌های پیوندی نیز با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان داد. میزان افزایش ارتفاع در گیاهان شاهد ژنوتیپ ۲۵-۱، رقم‌های شکوفه و شاهرود ۱۲، در طی دوره اعمال تنش شوری به‌ترتیب ۲۸/۱۴، ۳۱/۲۳ و ۴۴/۸۲ سانتی‌متر بود، درحالی‌که میزان افزایش ارتفاع شاخه اصلی در این سه رقم در تیمار کلریدسدیم ۴/۸ گرم در لیتر به‌ترتیب ۲۵/۸۰، ۲۸/۶۴ و ۳۴/۰۷ بود. این نتایج حاکی از آن است که ارتفاع ژنوتیپ ۲۵-۱و رقم‌های شکوفه و شاهرود ۱۲ به‌ترتیب ۲/۳۴، ۲/۵۹ و ۱۰/۷۵ سانتی‌متر نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت که این میزان کاهش اختلاف معنی‌داری را نشان نداد درحالی‌که میزان کاهش ارتفاع در رقم‌های تونو، نان پاریل، A_{200}، سهند، مامایی و ژنوتیپ‌های ۱۶-۱ و ۴۰-۱۳ در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار بود (جدول ۵). ارتفاع بوته به شدت به محیط رشد وابسته است. از آن جا که پدیده رشد حاصل فعالیت‌های حیاتی در شرایطی است که گیاه بایستی آب کافی در اختیار داشته باشد، در صورت عدم تأمین آب مورد نیاز به دلیل کاهش فشار تورژسانس سلول‌های در حال رشد و اثر بر طول سلول‌ها، کاهش ارتفاع رخ می‌دهد (*مانس و تستر*[3]، 2008). تنش اسمزی در مرحله اول تنش شوری موجب کاهش محتوای آب سلول‌ها می‌شود و طویل شدن آن‌ها را با مشکل روبه رو می‌کند و حتی پس از ایجاد تعادل اسمزی و تأمین فشار اسمزی مجدد سلول‌ها، گسترش و طویل شدن آن‌ها به کندی صورت می‌گیرد (*مانس و تستر*، 2008).

نتایج حاصل از بررسی تعداد برگ تولیدی تحت اعمال تنش شوری نشان داد که تعداد برگ تولیدی در گیاهان با افزایش غلظت شوری کاهش یافت ولی میزان کاهش در تعداد برگ تولیدی در بین ژنوتیپ‌های مختلف با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان داد. بیشترین میزان برگ تولیدی در گیاهان شاهد ژنوتیپ ۱۶-۱ (۱۴۳ برگ)، و کمترین مقدار آن به‌ترتیب در رقم تونو، ژنوتیپ ۴۰-۱۳ و رقم سهند تحت تیمار ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم (به‌ترتیب به میزان ۱۵/۶۷، ۲۳ و

1. Yamasaki and Dillenburg
2. Lutts
3. Munns and Tester

www.SID.ir

Archive of SID

۲۴/۶۷ برگ)، مشاهده شد. میزان کاهش تعداد برگ تولیدی در رقم‌های شکوفه، نان پاریل و ژنوتیپ ۲۵-۱ در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم نسبت به گیاهان شاهد اختلاف معنی-داری را نشان نداد درحالی‌که در سایر ژنوتیپ‌های بررسی شده میزان کاهش در تعداد برگ تولیدی معنی‌دار بود. نتایج حاصل از بررسی تعداد برگ تولیدی در پایه GF_{677} تحت اعمال تنش شوری نشان داد که تعداد برگ تولیدی در گیاهان شاهد، تیمارهای ۱/۲، ۴۲ و ۳/۶ گرم در لیتر کلریدسدیم به‌ترتیب ۲۶/۶۷، ۲۹/۶۷ و ۱۶/۳۳ و ۱۲/۶۷ بود که با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نشان ندادند درحالی‌که تعداد برگ تولیدی در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم ۶/۶۷ بود که به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش یافته بود (جدول ۵).

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مخلوط خاکی مورد استفاده

Table 1: Physical and chemical characteristics of the used soil mixture

عنوان Title	نماد Symbol	واحد Unit	مقدار Value	عنوان Title	نماد Symbol	واحد Unit	مقدار Value
رطوبت اشباع	S.P	درصد (٪)	39	بافت	Texture	-	لوم
رطوبت ظرفیت زراعی	FC	درصد (٪)	27.33	کلسیم محلول	Ca	پی‌پی‌ام (ppm)	1230
رطوبت نقطه پژمردگی	PWP	درصد (٪)	14.8	منیزیم	Mg	پی‌پی‌ام (ppm)	316.2
هدایت الکتریکی	EC	دسی زیمنس بر متر (ds/m)	1.28	کربنات کلسیم معادل	T.N.V	درصد (٪)	13.8
واکنش خاک	pH	-	7.5	مس	Cu	پی‌پی‌ام (ppm)	2.12
نیتروژن	N	درصد (٪)	0.15	روی	Zn	پی‌پی‌ام (ppm)	4.86
کربن آلی	O.C	درصد (٪)	1.49	آهن	Fe	پی‌پی‌ام (ppm)	27.34
فسفر قابل جذب	$P_{avr.}$	پی‌پی‌ام (ppm)	104.9	پتاسیم قابل جذب	$K_{avr.}$	پی‌پی‌ام (ppm)	690
شن	Sand	درصد (٪)	46	منگنز قابل جذب	Mn	پی‌پی‌ام (ppm)	16.26
سیلت	Silt	درصد (٪)	34	سدیم محلول	Na	پی‌پی‌ام (ppm)	93.15
رس	Clay	درصد (٪)	20				

جدول ۲: خصوصیات کیفی آب مورد استفاده

Table 2: Qualitative characteristics of the used water

نمونه آب مورد استفاده با سطوح مختلف کلرید سدیم Sample water used with the different levels of NaCl	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (ds/m)	واکنش آب Water PH	سدیم (میلی‌گرم در لیتر) Na (mg/L)	کلر (میلی‌گرم در لیتر) Cl (mg/L)	کلسیم (میلی‌گرم در لیتر) Ca (mg/L)	منیزیم (میلی‌گرم در لیتر) Mg (mg/L)	بی کربنات (میلی‌گرم در لیتر) Hco_3^- (mg/L)
شاهد Control	0.5	7.3	22.1	35.5	62	17.1	98
۱/۲ گرم در لیتر 1.2 g/L	2.5	7.4	389	664	70	20.5	126
۲/۴ گرم در لیتر 2.4 g/L	4.9	7.6	809	1386	79	23.01	137
۳/۶ گرم در لیتر 3.6 g/L	7.3	7.7	1231	2113	88	23.6	149
۴/۸ گرم در لیتر 4.8 g/L	9.8	7.8	1653	2836	99	25.7	159

جدول ۳: مقادیر شوری و واکنش مخلوط خاک مورد استفاده در گلدان‌ها پس از اعمال تنش شوری

Table 3: EC and pH of soil of the used mixture in pots after applying salinity stress

نمونه خاک تیمار شده با سطوح مختلف کلرید سدیم Soil sample threated with different levels of NaCl	واکنش خاک Soil PH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (ds/m)
شاهد Control	1.2	7.4
۱/۲ گرم در لیتر 1.2 g/L	3.2	7.55
۲/۴ گرم در لیتر 2.4 g/L	5.7	7.65
۳/۶ گرم در لیتر 3.6 g/L	8.3	7.8
۴/۸ گرم در لیتر 4.8 g/L	10.9	7.9

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴: وضعیت رشد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شروع اعمال تیمار شوری

Table 4: Growth status of genotypes studied at the begining of salinity treatment

تعداد انشعابات Number of ramification	ارتفاع پیوندک (میلی‌متر) Hight of scion (mm)	تعداد برگ (شاخه اصلی) Number of leaves	ارتفاع پایه‌های شاهد (سانتی‌متر) Hight of control rootstocks (Cm)	قطر پایه‌های شاهد در سطح خاک (سانتی‌متر) Diameter of control rootstocks at the soil surface (Cm)	قطر پیوندک (میلی‌متر) Diameter of scion (mm)	ژنوتیپ Genotypes
1	32.70	44.08	-	-	5.09	1-25
1	36.11	70.53	-	-	5.40	A_{200}
5.54	31.12	69.62	-	-	5.04	Mamaie
1.27	43.91	57.4	-	-	5.63	NonPareil
1.15	43.10	78.69	-	-	5.50	Shahrood 12
1	52.36	75.33	-	-	5.78	Touno
1	40.69	90.31	-	-	5.48	1-16
5.36	43.20	88.24	-	-	5.46	Shokofeh
4.82	35.13	52.55	-	-	4.81	13-40
3.08	44.44	75.53	-	-	.99	Sahand
4.13	-	59.93	87.41	10.26	-	GF_{677}

نتایج مقایسه میانگین صفات نشان داد، میزان تراکم برگ در رقم‌های مامایی، سهند و پایه GF_{677} در تیمارهای ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم و در رقم تونو و ژنوتیپ ۴۰-۱۳ در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت. این نتایج حاکی از آن است که میزان کاهش در تعداد برگ تولیدی از یک طرف و افزایش ریزش برگ از طرف دیگر در این ارقام به‌طور سریع‌تری نسبت به کاهش ارتفاع تحت شرایط تنش شوری اتفاق افتاده است که منتج به کاهش تراکم برگ شده است.

نتایج حاصل از بررسی برهم‌کنش ژنوتیپ و تنش شوری بر تعداد برگ سبز، برگ‌های نکروزه و ریزش برگ نشان داد که با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن، در تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، تعداد برگ‌های سبز کاهش و تعداد برگ‌های نکروزه و میزان ریزش برگ افزایش یافت (جدول ۵). پایه GF_{677} و رقم سهند، بیشترین میزان نکروزه‌شدگی و ریزش برگ را در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم، نشان دادند. تعداد برگ‌های ریزش یافته، برگ‌هایی با میزان نکروزه‌شدگی بیشتر از ۵۰٪ و برگ‌هایی با میزان نکروزه‌شدگی کمتر از ۵۰ درصد، در پایه GF_{677} به‌ترتیب ۴۳/۳۳، ۵ و ۲/۶۷ بود به‌طوری‌که در پایان آزمایش هیچ‌گونه برگ سبزی مشاهده نشد. تعداد برگ‌های ریزش یافته، برگ‌هایی با میزان نکروزگی بیشتر از ۵۰٪ و برگ‌هایی با میزان نکروزگی کمتر از ۵۰ درصد در رقم سهند به ترتیب ۶۷/۶۷، ۲۶/۳۳ و ۸ بود به‌طوری‌که در پایان آزمایش تنها ۷ برگ سبز روی گیاه مشاهده شد. با توجه به میزان آسیب‌های ظاهری، رقم شاهرود ۱۲ دارای وضعیت مطلوب‌تری نسبت به سایر ژنوتیپ‌های بررسی شده در این تحقیق بود به‌طوری‌که در این رقم، هیچ‌گونه ریزش برگی مشاهده نشد و بعد از آن به‌ترتیب، رقم‌های A_{200} و شکوفه قرار داشتند (جدول ۵). این نتایج با نتایج (*رحمی* و همکاران، 2008)، مطابقت داشت. گزارش شده است که برگ‌ها در گیاهان تحت تنش شوری، کوچک، قطور و برگ‌های مسن‌تر دچار پیری زودرس می‌شوند (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰). مقایسه تحمل به شوری ارقام و گونه‌های وحشی بادام نشان داده است که با افزایش سطوح شوری تا ۶۰ میلی‌مولار در لیتر، نشانه سوختگی در حاشیه برگ ارقام بادام به تدریج ظاهر و با حالت پیش‌رونده در طول زمان، باعث پژمردگی و در نهایت ریزش کامل برگ‌ها می‌شود، درحالی‌که گونه‌های بادام وحشی چنین علائمی را بروز ندادند (*رحمانی* و همکاران، 2003).

نتایج حاصل از بررسی داده‌ها نشان داد که وزن تر و خشک ریشه با افزایش غلظت شوری کاهش یافت ولی میزان کاهش آن با توجه به نوع ژنوتیپ پیوند شده بر روی آن، متفاوت بود (جدول ۵). میزان کاهش وزن تر و خشک ریشه در پایه‌هایی که رقم شکوفه روی آن پیوند شده بودند، در غلظت‌های ۲/۴، ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم، در پایه‌هایی که رقم نان پاریل و ژنوتیپ ۲۵-۱ روی آن پیوند شده بودند، در غلظت‌های ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم و در پایه‌هایی که رقم شاهرود ۱۲ و ژنوتیپ ۱۶-۱ روی آنها پیوند شده بودند، در غلظت ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد، کاهش نشان داد درحالی‌که میزان کاهش وزن تر و خشک ریشه در سایر ترکیب‌های پیوندی در سطوح مختلف اعمال تنش شوری نسبت به گیاهان شاهد، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. این نتایج نشان می‌دهد، رقم‌های شکوفه، شاهرود ۱۲، نان پاریل و ژنوتیپ ۲۵-۱ که در شرایط اعمال تنش شوری، خصوصیات رشدی خود را بهتر حفظ کرده بودند و از قدرت رشدی بیشتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌های بررسی شده در شرایط تنش شوری برخوردار بودند، تأثیر

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتری در جلوگیری از رشد ریشه داشتند. گزارش شده است که محدوده گسترش ریشه‌های بادام با افزایش شوری، کاهش می‌یابند که علت این کاهش رشد، مربوط به سمیت یونی و تنش خشکی ناشی از افزایش پتانسیل اسمزی محلول خاک می‌باشد. (*ال-عذب* و همکاران، 1998؛ *نوتیساکیس* و همکاران، 1997؛ *راحمی* و همکاران، 2008).

نتایج نشان داد که وزن تر و خشک اندام هوایی، در تمامی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. وزن تر و خشک اندام هوایی در رقم‌های مامایی، سهند، تونو، نان پاریل، ژنوتیپ‌های ۱۶-۱ و ۴۰-۱۳ و پایه GF_{677} در تیمارهای ۲/۴، ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم و در رقم شکوفه و ژنوتیپ ۲۵-۱در تیمارهای ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم و در رقم‌های شاهرود ۱۲ و A_{200} تنها در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش نشان دادند. این نتایج حاکی از آن است، رقم شاهرود ۱۲ و بعد از آن رقم شکوفه، در شرایط اعمال تنش شوری خصوصیات رشدی خود را بهتر حفظ کردند و تحمل آنها نسبت به تنش شوری از سایر ژنوتیپ‌های بررسی شده در این تحقیق، بیشتر بود. این نتایج با نتایج (*نوتیساکیس* و همکاران، 1997؛ بای بوردی، ۱۳۹۲)، مطابقت داشت. در این مطالعات نیز، به عکس العمل متفاوت ارقام مختلف بادام نسبت به تنش شوری، اشاره شده است.

نسبت وزن تر و خشک ریشه به وزن تر و خشک اندام هوایی با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن در تمامی ژنوتیپ‌های بررسی شده، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین نسبت وزن تر و خشک ریشه به وزن تر و خشک اندام هوایی در گیاهانی که با کلریدسدیم ۴/۸ گرم در لیتر تیمار شده بودند، مشاهده شد. این نتایج با نتایج (رضایی و همکاران، ۱۳۸۵)، مطابقت داشت. در شرایط تنش شوری، میزان فتوسنتز در گیاهان به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد که منتج به کاهش در ماده‌سازی و میزان رشد اندام هوایی می‌شود. از طرفی تاثیر تنش شوری بر میزان کاهش در رشد ریشه معمولاً کمتر از رشد ساقه می‌باشد. لذا در رقم‌های شاهرود ۱۲، شکوفه و A_{200} که در شرایط اعمال تنش شوری خصوصیات رشدی خود را بهتر حفظ کردند و تحمل آنها نسبت به تنش شوری از سایر ژنوتیپ‌های بررسی شده در این تحقیق، بیشتر بود، نسبت ریشه به اندام هوایی تنها در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

نتایج نشان داد که وزن تر و خشک برگ‌های بالایی و پایینی در تمامی گیاهان با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن کاهش یافت. کمترین وزن تر و خشک برگ در گیاهانی که با کلریدسدیم ۴/۸ گرم در لیتر تیمار شده بودند، مشاهده شد. همچنین، میزان کاهش وزن تر و خشک در برگ‌های بالایی و پایینی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی، با یکدیگر اختلاف معنی-داری را نشان داد. میزان کاهش وزن تر و خشک در برگ‌های بالایی پایه GF_{677} و ژنوتیپ ۱۶-۱، در غلظت ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم و در رقم‌های سهند، نان پاریل، مامایی و ژنوتیپ‌های ۲۵-۱ و ۴۰-۱۳ در غلظت ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش نشان داد درحالی‌که میزان کاهش وزن تر و خشک در برگ‌های پایینی در ژنوتیپ ۱۶-۱و رقم‌های تونو و نان پاریل در غلظت-های ۲/۴، ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم، در رقم‌های مامایی، سهند و ژنوتیپ‌های ۴۰-۱۳ و ۲۵-۱ و پایه GF_{677} در غلظت‌های ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم و در رقم‌های شاهرود ۱۲، شکوفه و A_{200} تنها در غلظت ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش نشان داد. مقایسه نتایج حاصل از کاهش وزن تر و خشک در برگ‌های بالایی و پایینی نشان می‌دهد، علاوه‌بر اینکه میزان کاهش وزن تر و خشک در برگ‌های پایینی با سرعت بیشتری از برگ‌های بالایی انجام می‌شود، چگونگی عکس العمل ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف نسبت به کاهش وزن تر و خشک، در برگ-های بالایی و پایینی متفاوت می‌باشد (ادامه جدول ۵، الف). این نتایج با نتایج (*پاپادکیس*[1] و همکاران، 2007)، مطابقت داشت. این محققان، شاخص‌های رشدی، در دو رقم گیلاس Bigarreau Burlat و Tragana Edessis پیوند شده بر روی پایه مازارد تحت شرایط تنش شوری (۰، ۲۵ و ۵۰ میلی‌مول در لیتر) بررسی و گزارش نمودند که با افزایش شوری، وزن تر، خشک و سطح برگ در برگ‌های بالایی و پایینی در هر دو رقم به‌طور معنی‌داری کاهش یافت با این تفاوت که سرعت کاهش رشد، در برگ‌های پایینی بیشتر از برگ‌های بالایی بود.

میزان سطح برگ و نسبت سطح برگ در برگ‌های بالایی و پایینی تحت تأثیر برهم‌کنش ژنوتیپ و تنش شوری قرار گرفت. کمترین میزان سطح برگ و نسبت سطح برگ در گیاهانی که با کلریدسدیم ۴/۸ گرم در لیتر تیمار شده بودند، مشاهده شد. میزان کاهش سطح برگ و نسبت سطح برگ در برگ‌های بالایی پایه GF_{677}، ژنوتیپ ۱۶-۱ و رقم‌های سهند، نان پاریل، مامایی در غلظت‌های ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم و در رقم تونو و ژنوتیپ‌های ۲۵-۱ و ۴۰-۱۳ در غلظت ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد

1. Papadakis

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش نشان داد ولی در رقم‌های شکوفه و شاهرود ۱۲ میزان کاهش سطح برگ و نسبت سطح برگ اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (ادامه جدول ۵، الف). این نتایج با نتایج *ال-عذب* و همکاران، 1998؛ *نوتیساکیس* و همکاران، 1997؛ *راحمی* و همکاران، 2008)، مطابقت داشت. گزارش شده است که کاهش رشد گیاه به علت شوری می‌تواند نتیجه کاهش سطح برگ گیاه باشد که این خود حاصل از اختلال در بزرگ شدن و تقسیم سلولی است. برگ‌ها در گیاهان تحت تنش شوری، کوچک، قطور و برگ‌های مسن‌تر دچار پیری زودرس می‌شوند. بر طبق نتایج به‌دست آمده (ادامه جدول ۵، ب)، محتوی رطوبت نسبی برگ‌های بالایی و پایینی با اعمال تنش شوری به‌طور معنی-داری کاهش یافت. محتوی رطوبت نسبی برگ‌های بالایی از ۸۴/۷۲٪ در برگ‌های گیاهان شاهد ژنوتیپ ۲۵-۱ تا ۶۳/۶۳٪ در برگ‌های پایه GF_{677} که با کلریدسدیم ۴/۸ گرم در لیتر تیمار شده بودند، کاهش یافت. محتوی رطوبت نسبی برگ‌های پایینی با شدت بیشتری نسبت به برگ‌های بالایی کاهش یافت به‌طوری‌که از ۸۵/۳۴٪ در برگ‌های گیاهان شاهد ژنوتیپ ۱۶-۱ تا ۴۶/۳۷٪ در برگ‌های پایه GF_{677} که با کلریدسدیم ۴/۸ گرم در لیتر تیمار شده بودند، کاهش نشان داد. در مجموع، بیشترین میزان کاهش در محتوی رطوبت نسبی در برگ‌های بالایی و پایینی به‌ترتیب در رقم سهند، ژنوتیپ ۱۶-۱، رقم مامایی و ژنوتیپ ۴۰-۱۳ مشاهده شد. رقم‌های شاهرود ۱۲ و شکوفه، کمترین میزان کاهش در محتوی رطوبت نسبی برگ را نشان دادند. نتایج به‌دست آمده با نتایج (*شیبلی* و همکاران، 2000؛ *ماسایی* و همکاران، 2004)، مطابقت داشت. شوری از طریق انباشت تدریجی یون‌های سدیم باعث کاهش محتوای نسبی آب و پتانسیل اسمزی شیره یاخته‌ای برگ در حالت آماس کامل می‌شود.

براساس نتایج به‌دست آمده، درصد نشت یونی نسبی در برگ‌های بالایی و پایینی تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، با افزایش غلظت نمک، افزایش یافت. میزان افزایش درصد نشت یونی نسبی در برگ‌های بالایی و پایینی در بین ژنوتیپ‌های بررسی شده با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان داد. بیشترین درصد نشت یونی نسبی برگ‌های بالایی در پایه GF_{677} و رقم سهند و تحت تیمار ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم مشاهده شد. بعد از این رقم، به ترتیب ژنوتیپ‌های ۱۶-۱ و ۴۰-۱۳ و رقم‌های مامایی و تونو بیشترین درصد نشت یونی نسبی را داشتند. میزان افزایش درصد نشت یونی نسبی در رقم‌های شاهرود ۱۲، شکوفه، نان پاریل و A_{200} و ژنوتیپ ۲۵-۱، نسبت به گیاهان شاهد معنی‌دار نبود (ادامه جدول ۵، ب).

بیشترین درصد نشت یونی نسبی در برگ‌های پایینی در پایه GF_{677} و رقم سهند مشاهده شد. در برگ‌های پایینی میزان افزایش درصد نشت یونی نسبی در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم نسبت به گیاهان شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش نشان داد. این نتایج حاکی از آن است که درصد نشت یونی نسبی در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، در برگ‌های پایینی بیشتر از برگ‌های بالایی بود و برگ‌های پایینی گیاه دچار آسیب‌دیدگی بیشتری از برگ‌های بالایی شدند. نتایج نشان دادند که میزان آسیب‌دیدگی غشاء سلولی در برگ‌های پایینی و بالایی با افزایش تیمار شوری در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (ادامه جدول ۵، ب).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵: اثر شوری روی برخی از صفات رشد ژنوتیپ‌های بادام و پایه GF_{677}

Table 5: Effect of salinity on some growth characteristics of almond genotypes and GF_{677} rootstock

وزن خشک شاخه اصلی (گرم) Shoot dry weight (gr)	وزن تر شاخه اصلی (گرم) Shoot fresh weight (gr)	تعداد برگ‌های ریزش یافته Number of downfall leaf	تعداد برگ‌های نکروزه (۵۱ تا ۱۰۰ درصد) Number of necrosis leaf (51 to 100 percentage)	تعداد برگ‌های نکروزه (۱ تا ۵۰ درصد) Number of necrosis leaf (1 to 50 percentage)	تعداد برگ‌های سبز Number of green leaf	تعداد برگ-های تولیدی Number of leaf	افزایش ارتفاع پیوندک (سانتی‌متر) Increase of height scion (cm)	افزایش قطر پیوندک (میلی‌گرم) Increase of diameter scion (mm)	شوری (گرم کلریدسدیم در لیتر) Salinity (gr NaCl l^{-1})	ژنوتیپ Genotype
8.59 h-m	19.93 d-h	0.00 i	0.00 g	0.00 j	91.00 n-r	45.00 i-n	28.14 e-j	3.51 j-m	0	
8.26 h-m	18.67 e-j	0.00 i	0.00 g	0.00 j	105.33 j-o	78.67 e-g	42.14 b-d	3.97 e-h	1.2	
8.16 i-n	17.22 g-o	0.00 i	0.00 g	0.00 j	87.67 o-r	40.00 j-o	30.42 c-h	3.06 m-p	2.4	1-25
5.11 n-r	11.06 p-v	0.00 i	0.00 g	3.00 g-j	86.67 o-s	45.67 i-n	26.70 f-j	2.37 p-s	3.6	
4.05 qr	9.18 s-v	2.00 hi	8.00 de	8.00 e-g	57.67 r-u	32.67 k-p	25.80 g-l	1.94 q-t	4.8	
6.68 l-q	12.92 o-u	0.00 i	0.00 g	0.00 j	165.33 c-e	100.00 c-e	25.48 g-l	2.41 p-s	0	
3.87 qr	6.97 t-v	0.00 i	0.00 g	0.00 j	162.00 c-f	118.00 a-c	32.53 b-g	2.64 o-r	1.2	
5.32 m-r	10.32 p-v	0.00 i	0.00 g	0.67 ij	136.67 d-i	61.33 g-k	16.50 m-r	2.29 q-t	2.4	Mamaei
4.74 n-r	9.61 s-v	0.00 i	0.00 g	5.33 f-j	98.00 m-q	57.00 g-l	26.30 f-j	2.21 q-t	3.6	
3.17 r	6.30 v	25.00 c	27.33 a	26.33 b	23.67 u-x	53.33 h-m	11.00 q-s	2.03 q-t	4.8	
5.20 n-r	10.25 p-v	0.00 i	0.00 g	0.00 j	131.33 e-j	94.00 c-f	36.48 b-g	2.28 q-t	0	
6.28 l-q	11.98 o-u	0.00 i	0.00 g	0.00 j	100.00 l-p	48.33 h-m	20.20 j-o	2.86 m-p	1.2	
4.35 p-r	8.35 s-v	0.00 i	0.00 g	2.33 g-j	106.67 i-n	51.00 g-m	11.20 p-s	1.96 q-t	2.4	13-40
3.84 qr	7.69 s-v	0.00 i	0.00 g	8.00 e-g	77.00 p-s	49.33 g-m	28.65 e-j	2.02 q-t	3.6	
3.28 r	6.64 uv	16.00 ef	10.00 cd	25.33 b	22.00 v-x	23.00 m-p	15.19 n-r	1.83 r-t	4.8	
8.82 g-l	19.85 d-i	0.00 i	0.00 g	0.00 j	220.00 a	143.00 a	40.40 b-e	3.96 e-h	0	
9.16 f-k	18.37 e-k	0.00 i	0.00 g	0.00 j	201.67 ab	108.67 bc	34.11 b-h	3.26 l-o	1.2	
7.75 i-o	16.76g-p	0.00 i	0.00 g	1.33 h-j	199.67 ab	107.00 cd	29.05 d-i	2.67 p-s	2.4	1-16
6.56 j-p	13.38 m-s	12.33 f	19.00 b	14.67 cd	92.00 n-r	37.00 k-o	10.43 q-s	2.12 q-t	3.6	
4.11 qr	8.77 s-v	20.00 de	21.00 b	17.33 cd	54.33 q-s	54.67 g-l	17.52l-r	1.67 s-u	4.8	
13.36 ed	25.70 cd	0.00 i	0.00 g	0.00 j	151.00 c-g	73.33 e-i	38.45 b-g	4.11 b-e	0	
12.35 d-f	23.90 c-f	0.00 i	0.00 g	0.00 j	136.67 d-i	49.67 g-l	39.34 b-f	3.61 g-j	1.2	
8.31 h-m	16.34 k-p	0.00 i	0.00 g	0.00 j	108.67 i-m	62.67 h-k	42.10 b-d	3.22 l-o	2.4	Touno
9.68 e-j	18.80 e-j	0.00 i	3.00 fg	9.00 ef	94.00 n-r	29.00 l-p	21.09 i-o	2.62 p-s	3.6	
9.33 f-k	18.23 e-l	8.00 g	30.00 a	47.33 a	19.33 wx	15.67 n-P	14.31 o-s	2.08 q-t	4.8	
12.04 d-g	24.56 c-e	0.00 i	0.00 g	0.00 j	216.00 a	116.67 a-c	44.82 b	3.83 e-h	0	
9.94 e-h	20.33 d-h	0.00 i	0.00 g	0.00 j	150.00 c-g	73.00 e-i	35.95 b-g	2.80 n-q	1.2	
8.64 h-m	17.46 f-m	0.00 i	0.00 g	0.00 j	141.00 c-h	72.67 e-i	43.39 bc	3.00 m-p	2.4	Shahrood12
9.83 e-j	19.53 d-j	0.00 i	0.00 g	5.00 f-j	141.00 c-h	60.67 gk	31.90 b-h	2.37 q-t	3.6	
6.01 l-p	12.02 n-r	0.00 i	3.33 fg	8.00 e-g	122.67 f-k	78.00 e-h	34.07 b-g	2.23 q-t	4.8	
5.04 n-r	10.00 p-v	0.00 i	0.00 g	0.00 j	140.00 c-h	77.33 e-h	40.10 b-e	4.91 a	0	
5.97 l-p	12.82 o-u	0.00 i	0.00 g	0.00 j	176.00 bc	135.00 ab	59.17 a	4.22 b-d	1.2	
4.84 n-r	9.38 s-v	0.00 i	0.00 g	0.00 j	142.00 c-h	79.33 e-g	38.43 b-g	3.26 g-j	2.4	A200
8.39 h-m	18.18 e-l	0.00 i	0.00 g	6.67 e-h	155.33 c-f	96.00 c-f	33.90 b-g	2.61 p-s	3.6	
5.29 n-r	10.73 p-v	3.00 hi	5.00 efg	6.33 e-h	127.33 f-k	41.33 j-o	18.77 k-p	1.93 q-t	4.8	
13.88 d	28.21 c	0.00 i	0.00 g	0.00 j	114.33 h-m	51.33 g-m	42.73 bc	4.63 a-c	0	
11.93 d-g	23.20 c-g	0.00 i	0.00 g	0.00 j	101.33k-p	39.00 j-o	27.80 e-j	4.05 b-f	1.2	
8.63 k-p	17.94 f-l	0.00 i	0.00 g	0.00 j	90.00 o-r	41.00 j-o	32.80 b-h	3.89 e-h	2.4	Nonpareil
6.92 l-q	13.38 n-t	0.00 i	1.33 g	5.00 f-j	90.00 o-r	28.00 l-p	18.73 k-p	3.46 h-k	3.6	
9.48 f-j	19.07 e-j	5.00 g-i	7.00 def	15.00 cd	53.00 s-v	35.67 k-o	21.28 i-n	2.82 n-r	4.8	
8.35 j-p	17.33f-o	0.00 i	0.00 g	0.00 j	153.00 c-g	79.00 e-g	31.23 c-i	3.55 h-l	0	
10.32 d-h	18.84 e-j	0.00 i	0.00 g	0.00 j	154.33 c-g	57.00 g-l	24.00 h-m	4.45 b-d	1.2	
5.72 l-q	11.40 p-v	0.00 i	0.00 g	1.00 h-j	169.33 b-d	113.00 bc	43.56 bc	3.12 l-p	2.4	Shokoofeh
7.14 k-p	13.58 l-q	0.00 i	0.33 g	9.00 ef	121.00 g-k	45.33 i-n	16.97 m-r	3.07 l-p	3.6	
7.02 l-r	13.07 n-t	6.00 gh	6.00 def	12.33 de	136.00 d-i	61.33 g-k	28.64 e-j	2.38 q-t	4.8	
6.00 m-r	11.80 o-u	0.00 i	0.00 g	0.00 j	135.00 d-i	63.00 g-k	33.60 b-h	4.15 b-e	0	
7.35 j-n	14.33 k-q	0.00 i	0.00 g	0.00 j	141.33 c-h	68.33 f-j	25.69g-l	3.95 c-g	1.2	
6.78 k-o	13.43 m-r	0.00 i	0.00 g	6.00 f-j	92.67 n-r	45.00 i-n	27.23 e-j	3.05 l-p	2.4	Sahand
5.32 n-r	10.58 q-v	12.33 f	20.00 b	17.00 cd	39.00 t-w	29.33 l-p	10.99 p-s	2.23 q-t	3.6	
5.95 l-p	11.90 o-u	67.67 a	26.33 a	8.00 e-g	7.00 wx	24.67 m-p	17.00 m-r	1.14 s-u	4.8	
23.87 a	41.66 a	0.00 i	0.00 g	0.00 j	94.00 n-r	26.67 m-o	16.20 m-r	3.67 e-h	0	
19.99 c	35.54 b	0.00 i	0.00 g	0.00 j	97.67 m-q	29.67 l-o	19.93 j-p	2.83 m-q	1.2	
19.40 c	35.32 b	0.00 i	0.00 g	9.00 ef	71.67 q-t	16.33 n-p	16.53 m-r	2.43 q-t	2.4	GF677
21.50 bc	35.33 b	24.00 cd	13.00 c	18.67 c	3.67 x	12.67 op	7.23 rs	1.05 tu	3.6	
24.60 a	42.42 a	43.33 b	5.00 efg	2.67 g-j	0.00 x	6.67 p	6.02 s	0.31 u	4.8	

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level using Duncan's Multiple Range Test

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۵، الف: اثر شوری روی برخی از صفات رشد ژنوتیپ‌های بادام و پایه GF_{677}

Table 5 continued, a: Effect salinity on some growth characteristics of almond genotypes and GF_{677} rootstock

سطح برگ (برگ-های پایینی) (میلی‌مترمربع) Leaf area (Base leaves) (mm^2)	وزن تر برگ-های پایینی (گرم) Base leaves fresh weight (gr)	نسبت سطح برگ (برگ‌های بالایی) (سانتی‌مترمربع بر گرم) Leaf area ratio (Upper leaves) (cm2/gr)	سطح برگ (برگ‌های بالایی) (سانتی‌مترمربع Leaf area (Upper leaves) (cm2)	وزن تر برگ-های بالایی (گرم) Upper leaves fresh weight (gr)	نسبت وزن تر ریشه به وزن تر اندام هوایی Ratio of root fresh weight to aerial organ fresh weight	وزن خشک ریشه (گرم) Root dry weight (gr)	وزن تر ریشه (گرم) Root fresh weight (gr)	شوری (گرم کلریدسدیم در لیتر) Salinity (gr NaCl l^{-1})	ژنوتیپ Genotype
13.97 b-e	0.41 ab	89.93 b-f	11.39 d-g	0.35 ab	1.02 d-g	20.82 a-c	61.17 a-c	0	
11.88 d-g	0.37 b	91.17 b-f	12.76b-e	0.37 ab	0.88 e-h	19.43 a-d	50.17 c-h	1.2	
12.96 b-e	0.42 ab	83.88 g-k	12.66 b-e	0.39 ab	1.11 b-e	18.06 a-e	57.20 a-e	2.4	1-25
9.01 l-o	0.29 c	85.28 f-j	9.50 h-k	0.29 bc	1.16 b-e	11.52 h-m	44.74 d-i	3.6	
8.63 o-r	0.24 cd	79.48 i-m	8.70 l-o	0.23 c	1.38 b	11.09 i-m	37.03 g-l	4.8	
10.40 g-j	0.27 c	95.70 a-c	8.61 m-p	0.24 c	0.48 q-s	8.08 o-r	31.78 k-p	0	
7.44 q-t	0.19 cd	102.20 a	8.58 m-p	0.23 c	0.7 i-l	7.92 p-r	30.13 l-r	1.2	
7.60 q-t	0.20 cd	97.03 ab	8.09 n-q	0.22 c	0.73 g-j	10.57 j-n	34.90 h	2.4	Mamaei
7.60 q-t	0.18 d	87.36 d-g	7.10 q-t	0.21 c	1.02 d-g	10.67 j-n	37.70 g-l	3.6	
6.43 t-v	0.14 d	84.54 f-j	6.32 t-w	0.17 d	1.14 b-e	7.88 p-r	27.03 n-r	4.8	
9.18 k-n	0.24 c	85.70 f-j	8.69 l-o	0.25 bc	0.54 p-s	10.18 k-p	24.70 o-s	0	
9.37 j-m	0.25 c	86.55 d-h	8.88 k-n	0.26 bc	0.70 i-l	8.96 m-q	31.88 k-q	1.2	
7.51 q-t	0.19 cd	88.68 b-f	8.68 l-o	0.25 bc	0.52 q-s	8.29 n-r	21.27 q-s	2.4	13-40
7.46 q-t	0.18 d	82.84 f-j	6.73 s-v	0.21 c	0.74 g-j	7.86 p-r	21.63 q-s	3.6	
5.08 uv	0.12 d	79.24 i-m	5.57 vw	0.17 d	1.30 b-d	6.89 r	23.88 p-s	4.8	
14.45 a-d	0.44 ab	87.14 c-g	11.56 d-g	0.32 b	0.54 p-s	16.23 c-h	56.82 a-f	0	
14.01 b-e	0.40 ab	84.69 f-j	10.72 f-i	0.31 b	0.57 m-p	16.65 c-g	52.71 a-g	1.2	
12.67 b-f	0.26 c	78.93 i-m	9.33 i-l	0.31 b	0.67 j-m	15.50 d-i	50.46 b-h	2.4	1-16
10.39 g-j	0.25 c	77.47j-m	6.88 r-u	0.23 c	1.04 d-g	14.38 d-j	47.28 c-i	3.6	
8.87 m-p	0.23 cd	74.31 l-o	6.45 t-w	0.21 c	0.99 e-h	9.13 l-p	34.31 j-p	4.8	
12.01 d-g	0.33 b	92.62 b-f	10.11 e-h	0.30 bc	0.40 s	8.56 n-r	28.83 l-r	0	
11.00 e-h	0.32 b	91.19 b-f	10.57 e-h	0.31 b	0.42 rs	8.10 o-r	27.89 m-r	1.2	
8.93 l-o	0.23 cd	94.82 a-e	11.76 c-f	0.34 b	0.46 q-s	6.82 r	21.11 rs	2.4	Touno
9.59 i-l	0.28 c	78.96 j-m	10.38 e-h	0.35 ab	0.64 j-m	12.40 f-j	34.11 j-p	3.6	
9.00 l-o	0.23 cd	78.86 i-m	9.50 i-l	0.29 bc	0.85 e-h	10.50 j-n	35.67 h-m	4.8	
14.20 a-d	0.43 ab	85.82 f-j	9.27 i-m	0.28 bc	0.49 q-s	16.87 c-g	49.81 c-h	0	
11.30 d-g	0.33 bc	83.22 h-k	9.07 j-m	0.27 bc	0.59 k-n	12.62 f-j	44.18 d-j	1.2	
11.22 d-g	0.34 bc	85.61 f-j	10.20 f-i	0.29 bc	0.69 i-l	15.44 d-i	44.63 d-j	2.4	Shahrood12
12.99 b-e	0.39 b	79.40 i-m	9.84 f-i	0.31 b	0.56 n-p	12.11 f-j	42.83 e-k	3.6	
10.33 g-j	0.26 c	82.45 h-l	9.91 f-i	0.30 bc	0.65 j-m	9.56 l-q	30.47 l-q	4.8	
12.12 d-g	0.35 b	94.99 a-d	10.89 e-h	0.29 bc	0.60 k-n	10.11 l-q	38.45 g-m	0	
10.81 e-h	0.29 c	91.05 b-f	11.23 e-i	0.31 b	0.51 q-s	10.41 l-p	35.50 h-n	1.2	
10.46 f-i	0.31 bc	83.12 h-k	9.27 i-l	0.28 bc	0.49 q-s	7.71 p-r	25.17 o-s	2.4	A200
10.74 f-i	0.31 bc	77.08 k-n	7.91 o-r	0.26 bc	0.55 o-q	10.87 k-o	38.50 g-m	3.6	
9.73 i-l	0.30 c	73.77 m-o	6.88 r-u	0.19 cd	0.77 f-i	9.16 l-r	34.50 i-o	4.8	
17.16 a	0.50 a	95.07 a-d	17.11a	0.45 a	0.72 h-k	16.33 c-h	59.50 a-d	0	
13.27 b-e	0.39 ab	96.44 ab	14.26 b	0.36 ab	0.87 e-h	16.36 c-h	56.51 a-e	1.2	
11.16 d-g	0.29 c	93.33 b-f	14.00 b	0.38 ab	0.86 e-h	11.33 i-n	41.50 e-j	2.4	Nonpareil
10.31 g-j	0.29 c	86.98 e-i	13.22 b-d	0.35 ab	0.93 d-g	11.12 i-n	39.17 g-l	3.6	
10.51 g-j	0.32 bc	86.18 e-i	14.52 b	0.40 ab	0.94 d-g	11.45 h-l	43.17 e-j	4.8	
12.25 c-f	0.33 bc	69.12 n-q	5.99 u-w	0.19 cd	0.90 e-h	22.52 ab	67.40 a	0	
13.46 b-e	0.38 b	73.28 m-p	5.45 vw	0.17 cd	0.89 e-h	23.58 a	65.67 ab	1.2	
6.74 s-v	0.19 cd	69.90 n-q	5.60 vw	0.18 cd	0.88 e-h	13.35 e-j	41.30 f-k	2.4	Shokoofeh
8.63 n-q	0.22 cd	68.51 o-q	5.48 vw	0.18 cd	0.93 d-h	12.86 f-k	40.67 g-l	3.6	
5.96 t-v	0.15 d	64.26 qr	4.98 w	0.16 cd	1.02 d-g	12.74 f-l	40.00 g-l	4.8	
12.65 b-e	0.35 b	88.62 b-f	10.63 f-i	0.30 bc	0.72 h-k	13.31 e-j	47.00 c-h	0	
11.76 d-g	0.33 bc	89.24 b-f	10.53 f-i	0.29 bc	0.70 i-l	13.35 e-j	46.73 c-h	1.2	
11.50 d-g	0.32 bc	87.71 b-f	10.29 f-i	0.28 bc	0.88 e-h	9.63 l-q	36.92 g-l	2.4	Sahand
10.76 h-k	0.24 cd	71.23 m-q	7.57 p-s	0.21 c	1.08 c-f	8.59 n-r	31.90 k-p	3.6	
9.90 h-l	0.20 cd	71.33 m-q	5.70 u-w	0.14 d	1.71 a	9.87 j-p	36.67 g-m	4.8	
15.62 ab	0.41 ab	68.2 n-p	13.65 b	0.44 a	0.58 l-o	17.15 c-f	57.24 a-e	0	
15.49 ab	0.40 ab	67.33 o-r	13.73 b	0.45 a	0.55 o-r	14.17 e-j	48.35 c-i	1.2	
12.38 b-e	0.33 bc	66.86 o-r	13.55 bc	0.44 a	0.63 j-m	12.87 f-k	43.50 e-j	2.4	GF677
11.93 d-g	0.28 c	64.92 qr	11.01 e-h	0.31 b	1.00 d-g	18.09 b-e	50.97 b-g	3.6	
7.25 r-u	0.18 d	59.41 r	8.08 n-q	0.21 c	1.35 bc	20.19 a-c	59.33 a-d	4.8	

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level using Duncan's Multiple Range Test

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ۵، ب: اثر شوری روی برخی از صفات رشد ژنوتیپ‌های بادام و پایه GF_{677}

Table 5 continued, b: Effect of salinity on some growth characteristics of almond genotypes and GF_{677} rootstock

کلروفیل کل در برگ‌های پایینی (میلی‌گرم در گرم وزن تر) Total chlorophyl in base leaves (mg/g FW)	کلروفیل کل در برگ های بالایی (میلی‌گرم در گرم وزن تر) Total chlorophyl in upper leaves (mg/g FW)	آسیب‌دیدگی غشاء سلولی در برگ‌های پایینی (درصد) Cell membrane Injury (Base leaves) (%)	آسیب‌دیدگی غشاء سلولی در برگ‌های بالایی (درصد) Cell membrane Injury (Upper leaves) (%)	نشت یونی نسبی در برگ‌های پایینی (درصد) Relative ionic leakage (Base leaves) (%)	نشت یونی نسبی در برگ‌های بالایی (درصد) Relative ionic leakage (Upper leaves) (%)	محتوی نسبی آب برگ‌های پایینی (درصد) Relative water content of base leaves (%)	محتوی نسبی آب برگ‌های بالایی (درصد) Relative water content of upper leaves (%)	نسبت سطح برگ (برگ‌های پایینی) (سانتی-متر مربع بر گرم) Ratio of leaf area (Base leaves) (cm^2/gr)	شوری (گرم کلریدسدیم در لیتر) Salinity (gr NaCl l^{-1})	ژنوتیپ Genotype
1.48 d-k	1.43 e-i	-	-	44.17 s-u	49.73 g-j	83.51 a-c	84.72 ab	94.37 b-e	0	
1.37 i-p	1.51 c-e	4.93 o-q	4.86 n-s	52.05 j-s	52.46 f-j	84.32 ab	82.86 a-d	91.90 c-f	1.2	
1.28 i-p	1.51 c-e	9.14 mn	5.41 n-s	52.32 j-s	54.57 d-j	78.96 d-h	80.18 e-h	82.94 j-m	2.4	1-25
1.21 l-t	1.27 k-m	21.02 k	19.02 ij	59.18 f-l	60.51 c-j	75.30 i-m	78.82 j-m	78.54 n-q	3.6	
1.16 p-u	1.24 l-n	40.14 fg	31.39 gh	65.41 c-h	70.07 a-g	71.70 n	75.85 q-s	73.64 p-s	4.8	
1.64 a-f	1.62 a-c	-	-	46.97 o-t	49.08 h-j	81.49 a-e	82.46 a-d	103.86 ab	0	
1.61 a-h	1.59 a-d	7.48 m-o	7.51 m-q	50.98 k-t	52.98 f-j	78.34 e-i	82.46 a-d	103.27 a-c	1.2	
1.47 e-k	1.50 c-f	16.58 l	12.27 k-m	53.50 j-r	57.61 c-j	78.05 e-i	81.80 c-f	102.72 a-c	2.4	Mamaei
1.29 j-s	1.31 h-l	41.76 fg	33.58 f-h	64.79 c-h	70.4 a-f	74.92 j-n	77.84 n-q	98.21 b-e	3.6	
0.91 vw	0.97 o	63.25 c	42.27 de	69.4 b-e	81.32 ab	60.11 pq	72.51 tu	82.26 k-n	4.8	
1.61 a-h	1.58 b-e	-	-	44.03 q-t	48.27 ij	81.04 b-f	82.10 c-j	109.09 a	0	
1.43 f-m	1.42 e-j	9.02 mn	5.43 n-t	47.04 o-t	52.61f-j	77.75 f-j	78.82 j-m	109.58 a	1.2	
1.22 l-t	1.34 g-l	21.51 jk	17.04 jk	53.54 j-r	59.12 c-j	73.98 k-n	77.32 o-r	103.26 a-c	2.4	13-40
1.19 n-u	1.28 j-m	40.51fg	35.87 fg	64.08 c-i	69.01a-h	72.51 mn	75.12 rs	98.91 b-e	3.6	
0.78 w	0.91 op	64.85 c	46.49 cd	70.04 b-d	81.69 ab	66.90 o	71.18 uv	94.73 b-e	4.8	
1.35 i-q	1.32 h-l	-	-	50.00 k-t	52.02 f-j	85.34 a	81.37 c-f	91.08 d-g	0	
1.32 j-r	1.32 h-l	6.38 n-p	7.36 m-r	53.68 j-r	56.26 c-j	82.90 a-d	80.61 d-g	90.68 d-g	1.2	
1.13 r-u	1.26 k-m	8.90 mn	19.02 ij	59.51 e-l	64.78 b-i	78.09 e-i	78.50 k-n	86.83 g-j	2.4	1-16
1.07 s-v	1.16 mn	32.41 h	36.13 fg	68.07 c-g	73.96 a-e	63.08 op	69.78 vw	85.04 h-k	3.6	
0.78 w	0.83 pq	51.86 e	46.87 cd	43.43 a-c	82.90 ab	57.64 q	68.52 w	77.82 n-q	4.8	
1.76 a	1.73 a	-	-	46.08 o-t	47.65 ij	82.87 a-d	83.75 a-c	101.13 a-d	0	
1.44 f-m	1.39 e-k	2.63 q	1.75 r-t	47.02 o-t	50.77 f-j	80.77 b-f	82.42 a-d	96.58 b-e	1.2	
1.24 k-t	1.29 i-m	7.84 m-o	7.00 m-s	49.85 k-t	52.09 f-j	78.37 e-i	79.71 g-j	93.57 c-f	2.4	Touno
1.11 r-v	1.23 l-n	20.71 k	29.05 h	61.74 d-j	64.46 b-i	74.99 j-n	78.60 k-m	70.26 q-t	3.6	
0.84 w	1.11 n	27.51 i	42.5 de	69.00 b-f	74.68 a-d	64.94 o	72.51 tu	68.51 r-t	4.8	
1.51 b-j	1.48 c-g	-	-	42.19 s-u	47.07 ij	82.11 a-e	81.21 d-g	84.36 i-l	0	
1.46 f-k	1.40 e-k	2.69 q	1.61 st	43.15 r-u	47.75 ij	80.24 b-f	80.82 d-h	84.75 i-l	1.2	
1.42 f-n	1.37 e-l	8.18 m-o	5.32 n-t	45.3 p-t	50.55 f-j	79.72 c-g	79.17 h-l	82.44 i-l	2.4	Shahrood12
1.32 j-r	1.31 h-l	23.86 jk	16.97 jk	52.02 j-s	57.45 c-j	78.12 e-i	79.83 f-i	83.79 i-l	3.6	
1.27 k-t	1.28 j-m	41.64 fg	23.32 i	55.69 h-p	61.10 c-j	75.94 h-l	78.14 f-i	78.89 m-p	4.8	
1.70 a-d	1.69 ab	-	-	43.97 q-t	48.11 ij	82.72 a-d	84.78 a	86.59 g-j	0	
1.62 a-g	1.61 abc	2.40 q	3.62 o-t	46.14 o-t	49.51 g-j	80.76 b-f	82.53 a-d	86.74 g-j	1.2	
1.4 g-o	1.47 d-g	8.18 m-o	9.32 l-o	49.32 l-t	52.36 f-j	79.15 d-i	80.85 d-g	84.57 i-l	2.4	A200
1.32 j-r	1.36 f-l	23.86 jk	16.70 jk	53.45 j-r	60.49 c-j	77.63 f-j	79.50 h-k	84.84 i-l	3.6	
1.21 m-t	1.27 k-m	41.64 fg	28.42 h	60.00 d-k	69.72 a-g	72.85 mn	76.84 p-r	77.05 o-r	4.8	
1.45 f-l	1.44 e-g	-	-	44.16 q-t	48.49 h-j	81.77 a-d	81.34 c-f	95.73 b-e	0	
1.49 c-k	1.49 c-f	2.40 q	2.16 q-t	45.37 p-t	49.63 g-j	79.79 c-g	79.74 f-j	101.48 a-d	1.2	
1.43 f-m	1.44 e-g	10.86 m	10.04 l-n	49.77 k-t	53.99 e-j	78.36 e-i	80.86 d-g	88.49 f-i	2.4	Nonpareil
1.17 o-u	1.26 k-m	24.90 ij	22.12 ij	56.51 h-o	61.24 c-j	76.48 g-k	78.19 m-p	85.92 h-k	3.6	
1.06 t-v	1.15 mn	43.14 f	37.72 ef	65.23 c-h	65.70 b-i	71.40 n	75.40 rs	84.33 i-l	4.8	
1.73 ab	1.72 ab	-	-	47.64 n-t	48.88 h-j	81.01 b-f	82.91 a-d	98.54 b-e	0	
1.69 a-e	1.70 ab	3.14 pq	0.96 t	48.03 m-t	50.42 f-j	80.45 b-f	81.26 d-g	97.51 b-e	1.2	
1.58 a-i	1.59 b-d	9.33 mn	3.47 p-t	49.34 l-t	53.59 f-j	79.45 c-g	80.84 d-g	89.37 e-h	2.4	Shokoofeh
1.32 j-r	1.34 g-l	22.16 jk	13.32 kl	54.51 i-q	60.16 c-j	76.44 h-k	78.23 l-o	81.66 k-n	3.6	
1.16 p-u	1.28 j-m	32.14 h	21.59 ij	58.85 f-l	65.27 b-i	73.68 l-n	75.82 q-s	78.43 n-q	4.8	
1.41 g-n	1.34 h-k	-	-	46.70 o-t	47.77 ij	80.66 b-f	82.31 b-e	83.98 i-l	0	
1.29 j-s	1.27 k-m	9.97 mn	8.37 l-p	51.07 k-t	52.76 f-j	79.99 c-g	80.72 d-g	82.06 k-n	1.2	
1.17 o-u	1.23 l-n	32.56 h	22.25 ij	58.49 g-m	64.61 b-i	77.79 g-j	79.76 g-j	82.91 j-m	2.4	Sahand
0.98 uw	1.15 mn	54.42 e	43.69 cd	69.93 a-d	76.09 a-c	66.42 o	73.91 st	78.54 m-p	3.6	
0.51 x	0.74 q	71.92 b	59.95 b	78.61 ab	85.26 a	49.45 r	64.80 x	73.70 p-s	4.8	
1.72 ab	1.71ab	-	-	40.95 tu	42.42 j	79.18 d-h	79.19 i-l	77.37 o-r	0	
1.71 a-c	1.71 ab	10.41 m	9.24 l-o	46.42 o-t	48.44 h-j	78.85 d-i	80.11 e-h	77.30 o-r	1.2	
1.61a-h	1.62 a-c	39.22 g	29.01 h	58.09 g-n	65.02 b-i	75.65 i-m	76.80 p-r	66.61 st	2.4	GF677
0.98 u-w	1.12 n	59.45 d	48.42 c	69.55 b-e	76.66 a-c	63.73 op	71.21 uv	70.34 q-t	3.6	
0.48 x	0.72 q	76.42 a	65.16 a	79.43 a	86.43 a	46.37 r	63.63 x	60.60 t	4.8	

میانگین‌هایی که در هر ستون و برای هر صفت دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار با یکدیگر ندارند

Means in each column and for each factor, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 1% probability level using Duncan's Multiple Range Test

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر افزایش درصد آسیب‌دیدگی غشاء سلولی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. بیشترین درصد آسیب‌دیدگی غشاء سلولی در برگ‌های بالایی و پایینی به‌ترتیب در پایه GF_{677} و رقم سهند و کمترین درصد آسیب‌دیدگی غشاء سلولی در برگ‌های بالایی و پایینی به‌ترتیب در رقم‌های شکوفه، شاهرود ۱۲ و A_{200} مشاهده شد. این نتایج با نتایج سایر محققین مطابقت داشت. گزارش شده است که یکی از راه‌های پی بردن به میزان آسیب به غشاهای سلولی، استفاده از آزمون نشت یونی نسبی می‌باشد. ثبت میزان نشت یونی نسبی، تخمین خسارت بافت‌ها را امکان‌پذیر می‌کند. این روش برای اولین‌بار توسط دکستر و همکاران (1930 و 1932) به‌منظور بررسی مقاومت به سرما در گیاهان بکار برده شد و در طی زمان به‌منظور سنجش آسیب غشاء سلولی نسبت به سایر تنش‌های محیطی ازجمله تنش شوری بکار برده شد (چن و همکاران، 1999).

نتایج نشان داد که شاخص کلروفیل در برگ‌های بالایی و پایینی در ژنوتیپ‌های مطالعه شده، تحت تنش شوری به طور معنی‌داری کاهش یافت. کمترین میزان شاخص کلروفیل در برگ‌های بالایی و پایینی در گیاهانی که با کلریدسدیم ۴/۸ گرم در لیتر تیمار شده بودند، مشاهده شد. میزان کاهش شاخص کلروفیل در برگ‌های بالایی و پایینی در بین ژنوتیپ-های بررسی شده با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان داد. بیشترین میزان کاهش شاخص کلروفیل در برگ‌های بالایی رقم سهند، پایه GF_{677}، رقم مامایی، ژنوتیپ‌های ۱۶-۱، ۴۰-۱۳ و رقم تونو و کمترین میزان کاهش آن به‌ترتیب در ژنوتیپ ۲۵-۱، رقم های شاهرود ۱۲، A_{200}، شکوفه و نان پاریل در مقایسه با گیاهان شاهد مشاهده شد. بیشترین میزان کاهش شاخص کلروفیل در برگ‌های پایینی رقم سهند، پایه GF_{677}، رقم‌های تونو، A_{200}، مامایی و ژنوتیپ‌های ۱۶-۱، ۴۰-۱۳ و کمترین میزان کاهش آن به ترتیب در رقم‌های شاهرود ۱۲، ژنوتیپ ۲۵-۱، رقم های نان پاریل و شکوفه نسبت به گیاهان شاهد مشاهده شد. برطبق نتایج به‌دست آمده، میزان کاهش شاخص کلروفیل در برگ‌های پایینی با روند سریع‌تری نسبت به برگ‌های بالایی در تمامی ژنوتیپ‌های بررسی شده اتفاق افتاد ولی چگونگی روند کاهش شاخص کلروفیل در برگ‌های پایینی نسبت به برگ‌های بالایی در بین ارقام و ژنوتیپ‌های بررسی شده، با یکدیگر متفاوت بود. نتایج حاصل از این بخش با نتایج (غلامی و راحمی، ۱۳۸۹؛ حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰؛ اورعی و همکاران، ۱۳۸۸)، مطابقت داشت. شوری با تخریب ساختار کلروپلاست‌ها، کاهش میزان کلروفیل و عدم پایداری ترکیب‌های رنگیزه-پروتئین باعث کاهش سطح فتوسنتزی گیاه شده که خود منتج به کاهش در تثبیت دی‌اکسیدکربن می‌شود که علت اصلی کاهش رشد و عملکرد گیاهان در اثر تنش شوری می‌باشد. نتایج نشان داد که برهم‌کنش ژنوتیپ و کلریدسدیم بر میزان کلروفیل a، b، کل و کارتنوئید در برگ-های بالایی و پایینی در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (ادامه جدول ۵، ب). میزان کلروفیل a در برگ‌های بالایی در تمامی ژنوتیپ‌ها به غیر از شاهرود ۱۲، تنها در تیمار ۴/۸ گرم در لیتر کلریدسدیم به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت درحالی‌که میزان کلروفیل b در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده به غیر از شاهرود ۱۲، در سطوح ۲/۴، ۳/۶ و ۴/۸ گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافته بود. این نتایج حاکی از آن است که میزان کلروفیل b به مقدار بیشتری از کلروفیل a تحت شرایط تنش شوری کاهش می‌یابد این نتایج با نتایج (دژم‌پور و همکاران، ۱۳۹۱)، مطابقت داشت. این محققین اثر تنش شوری کلریدسدیم را بر میزان کلروفیل‌های a، b و کل در برخی از پایه‌های جنس پرونوس، بررسی و گزارش کردند که میزان کلروفیل‌های b و کل، تحت شرایط تنش شوری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، اما میزان کاهش کلروفیل a، در این گیاهان معنی‌دار نبود.

به‌طورکلی نتایج حاصل از بررسی میزان کلروفیل کل در برگ‌های بالایی و پایینی نشان داد که در رقم شاهرود ۱۲تنها در سطح ۴/۸ گرم درلیتر کلریدسدیم میزان کلروفیل کل به-طور معنی‌داری نسبت به گیاهان شاهد کاهش یافت، درحالی-که در سایر ژنوتیپ‌های بررسی شده، در سطوح ۲/۴ و ۳/۶ گرم در لیتر نیز، کاهش معنی‌دار کلروفیل کل مشاهده شد (ادامه جدول ۵، ب). این نتایج با نتایج (*نوتیساکیس* و همکاران،1997؛ بای بوردی، ۱۳۹۲؛ غلامی و راحمی، ۱۳۸۹؛ حیدری شریف-آباد، ۱۳۸۰؛ اورعی و همکاران، ۱۳۸۸)، مطابقت داشت. شوری با تخریب ساختار کلروپلاست‌ها، کاهش میزان کلروفیل و عدم پایداری ترکیب‌های رنگیزه-پروتئین باعث کاهش سطح فتوسنتزی گیاه شده که خود منتج به کاهش در تثبیت دی-اکسیدکربن می شود که علت اصلی کاهش رشد و عملکرد گیاهان در اثر تنش شوری می‌باشد (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰).

براساس نتایج به‌دست آمده، در تمامی ژنوتیپ‌های بررسی شده، میزان کلروفیل‌های a، b و کل در برگ‌های پایینی به میزان بیشتری از برگ‌های بالایی کاهش یافت با این تفاوت که در بین ژنوتیپ‌های مطالعه شده چگونگی روند کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

کلروفیل‌های a، b و کل با یگدیگر متفاوت بود. این نتایج با نتایج (*پاپادآکیس* و همکاران، 2007)، مطابقت داشت.

به‌طورکلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که پایه‌های GF_{677} که پیوندی روی آنها انجام نشده بود، توانستند تیمار کلریدسدیم ۲/۴ گرم در لیتر (با هدایت الکتریکی ۴/۹ دسی-زیمنس بر متر) را به خوبی تحمل کنند ولی با افزایش غلظت کلریدسدیم دچار تنش شدند. میزان تحمل پایه‌های استفاده شده در این تحقیق نسبت به گزارشات قبلی، تا حدودی کمتر بود. در گزارش‌های قبلی آمده بود که این پایه دارای حساسیت پایینی نسبت به شوری است و شوری تا ۶۰ میلی‌مول در لیتر (۵/۵ دسی‌زیمنی بر متر)، را تحمل می‌نماید (*راحمی* و همکاران، 2008). همچنین در تحقیق دیگری گزارش شده بود که این پایه شوری تا ۵۰ میلی‌مولار (۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر) را تحمل می‌نماید (اورعی وهمکاران، ۱۳۸۸). با توجه به نتایج سایر محققین و نتایج حاصل از این تحقیق، می‌توان نتیجه گرفت که این پایه، به خوبی، شوری تا حدود ۵ دسی‌زیمنس بر متر را تحمل می‌نماید و در غلظت‌های بالاتر دچار تنش می-شود و از آن می‌توان به‌عنوان یک پایه متحمل به شوری برای مناطقی با شوری متوسط استفاده نمود.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج حاصل از این تحقیق نشان دادند که با اعمال تنش شوری و افزایش غلظت آن، شاخص‌های رشد شامل ارتفاع شاخه، قطر شاخه، تعداد برگ کل، تعداد برگ‌های سبز، تراکم برگ روی شاخه اصلی، وزن تر و خشک برگ‌های بالایی و پایینی، سطح برگ و نسبت سطح برگ‌های بالایی و پایینی، محتوی رطوبت نسبی برگ‌های بالایی و پایینی، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه، شاخص کلروفیل برگ‌های بالایی و پایینی، کلروفیل‌های a، b و کل و کارتنوئید برگ‌های بالایی و پایینی در تمامی ژنوتیپ‌های مطالعه شده، کاهش یافتند و تعداد برگ‌های نکروزه، میزان ریزش برگ، نسبت وزن خشک به وزن تر اندام هوایی، نسبت وزن تر و خشک ریشه به وزن تر و خشک اندام هوایی، درصد نشت یونی و درصد آسیب‌دیدگی غشاء سلولی افزایش یافتند ولی میزان کاهش و افزایش صفات اندازه‌گیری شده در بین ژنوتیپ‌های مطالعه شده با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. در این تحقیق، پایه‌های GF_{677} که پیوندی روی آنها انجام نشده بود، توانستند تیمار کلریدسدیم ۲/۴ گرم در لیتر (با هدایت الکتریکی ۴/۹ دسی‌زیمنس بر متر) را به خوبی تحمل کنند ولی با افزایش غلظت کلریدسدیم دچار تنش شدند.

همچنین، نتایج به‌دست آمده از این تحقیق نشان داد که نوع رقم پیوندی، در افزایش تحمل شوری بسیار موثر است، در این تحقیق در مجموع، رقم شاهرود ۱۲، به‌عنوان متحمل‌ترین رقم به تنش شوری انتخاب شد. این رقم توانست به خوبی شوری تا ۳/۶ گرم در لیتر کلریدسدیم (۷/۳ دسی‌زیمنس بر متر)، را تحمل نماید. در نقطه مقابل رقم سهند، به‌عنوان حساس‌ترین رقم نسبت به تنش شوری تشخیص داده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

اورعی. م.، طباطبایی، ج.، فلاحی، ا. و ایمانی، ع. ۱۳۸۸. اثرات تنش شوری و پایه بر رشد، شدت فتوسنتز، غلظت عناصر غذایی و سدیم درخت بادام. نشریه علوم باغبانی، ۲۳ (۲): ۱۴۰-۱۳۱.

بای بوردی، ا. ۱۳۹۲. ارزیابی تحمل ارقام دیرگل بادام به شوری. مجله تولید و فرآوری محصولات باغی و زراعی. ۳ (۳): ۲۲۵-۲۱۷.

حیدری شریف‌آباد، ح. ۱۳۸۰. گیاه و شوری. موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ۷۶ صفحه.

دژمپور، ج.، علی اصغرزاده، ن.، گریگوریان، و. و مجیدی هروان، ا. ۱۳۹۱. ارزیابی تحمل به شوری چند دورگه بین گونه‌ای جنس *Prunus*. مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۲۸: ۳۵۱-۳۳۹.

رضایی، م.، لسانی، ح.، بابالار، م.، و طلایی، ع. ۱۳۸۵. اثر تنش سدیم کلرید بر شاخص های رشد و میزان عناصر پنج رقم زیتون مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۷ (۲): ۳۰۱-۲۹۳.

غلامی، م. و راحمی، م. ۱۳۸۹. بررسی اثرات تنش شوری کلریدسدیم بر خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی پایه رویشی هیبرید هلو-بادام (GF677). مجله فنآوری تولیدات گیاهی، ۹ (۱): ۳۱-۲۱.

گریگوریان، و.، جوادی، ص.، کسرائی، ر.، مطلبی‌آذر، ع. و دژم‌پور، ج. ۱۳۸۱. تعیین تحمل به شوری کلرور سدیمی در دانهال‌های چند رقم بادام. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۳ (۱ و ۲): ۱۴-۱.

موسوی، س. ا.، تاتاری، م.، محنت‌کش، و. و حقیقی، ف. ۱۳۸۸. پاسخ رشد رویشی دانهال‌های جوان پنج رقم بادام به تنش کم‌آبی. مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۲۵ (۱): ۵۶۷-۵۵۱.

Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24: 1- 15.

Chen, Q., Zhang, W. H. and Liu, Y. L. 1999. Effect of NaCl, glutathione and ascorbic acid on function of tonoplast vesicles isolated from barley leaf. Journal of Plant Physiology, 155: 685-690.

Chen, S., Li. J., Wang, S., Huttermann, A. and Altman, A. 2001. Salt, nutrient uptake and transport, and ABA of *Populus eupharatica*; a hybrid in response to increasing soil NaCl. Trees-Structure and Function, 15: 186 194.

Dexter, S. T., Tottingham, W. E. and Graber, L. F. 1930. Preliminary results in measuring the hardiness of plants. Journal of Plant Physiology, 5: 215-223.

Dexter, S. T., Tottingham, W. E. and Graber, L. F. 1932. Investigations of the hardiness of plants by measurement of electrical conductivity. Journal of Plant Physiology, 7: 63-78.

El-Azab, E. M., El-Kobbia, A. M. and El-Khayat, H. M. 1998. Effects of three sodium salts on vegetative growth and mineral composition of stone fruit rootstock seedlings. Alexandria Journal of Agriculture Research, 43: 219-229.

FAO. 2011. Food and Agricultural commodities production. http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx.

Karakas, B., Bianco, R. L. and Rieger, M. 2000. Association of marginal leaf scorches with sodium accumulation in salt-stressed peach. Horticulture Science, 35 (1): 83-84.

Lutts, S., Kinet, J. M. and 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.

Massai, R., Remorni, D. and Tattini, M. 2004. Gas exchange, water relations and osmotic adjustment in two scion/rootstock combinations of *Prunus* under various salinity concentrations. Journal of Plant and Soil Science, 259: 153-162.

Montaium, R., Hening, H. and Brown, P. H. 1994. The relative tolerance of six *Prunus* rootstocks to boron and salinity. American Society for Horticultural Science, 6: 1169-1175.

Moreno, M. A. and Cambra, R. 1994. Adarcias: an almond X peach hybrid rootstock. Horticulture Science, 29: 925-930.

Munns, R. and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59: 651-681.

Noitsakis, B., Dimassi, k. and 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 GF_{677} (*Prunus amygdalus*×*Prunus persica*). Acta Horticulturae, 449: 641-648.

Papadakis, I. E., Veneti, G., Chatzissavvidis, C., Sptiropoulos, T. E., Dimassi, N. and Therios, I. 2007. Growth, mineral composition, leaf chlorophyll and water relationships of two cherry varieties under NaCl-induced salinity stress. Soil Science and Plant Nutrition, 53: 252-258.

Rahemi, M., Nagafian, Sh. and Tavallaie, V. 2008. Growth and chemical composition of hybrid GF_{677} influenced by salinity levels of irrigation water. Plant Sciences, 7 (3): 309-313.

Rahmani, A., Daneshvar, H. A. and Sardabi, H. 2003. Effect of salinity on growth of two wild almond species and two genotypes of the cultivated almond species (*P. dulcis*). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 11 (1): 202-208.

Shibli, R. A., Shatnawi, M. A. and Swaidat, I. Q. 2003. Growth, osmotic adjustment and nutrient acquisition of bitter almond under induced sodium chloride salinity *in vitro*. Common Soil Science and Plant Annual, 34: 13-14.

Yamasaki, S. and Dillenburg, L. C. 1999. Measurements of leaf relative water content in *Araucaria angustifolia*. Revista Brasilian Fisiologia Vegetal, 11: 69-75.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Salinity Stress on the Morphological and Physiological Characteristics in Some Selected Almond (*Prunus dulcis*) Genotypes Budded on GF_{677} Rootstock

Momenpour[1], A., Bakhshi[2*], D., Imani[3], A. and Rezaie[4], H.

Abstract

In order to evaluate the tolerance of almond some genotypes to salinity a pot experiment was carried with 2 factors including cultivar and salinity in the year 2013. The cultivars were Touno, Nonparaeil, Mamaei, Shokoufeh, Sahand, Shahroud 12, 1-16, 1-25, A_{200},13-40 all budded on GF_{677} and non-budded GF_{677} as control. The salinity was applied in five levels including 0, 1.2, 2.4, 3.6 and 4.8 g/l of sodium chloride with electrical conductivity equal to 0.5, 2.5, 4.9, 7.3 and 9.8 ds/m, respectively). Results revealed that in all of the studied genotypes branch height, branch diameter, number of total leaves, number of green leaves, leaf density on the main branch, fresh and dry weight, leaf area and leaf area ratio, relative humidity content, chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophylls and carotenoid of upper and lower leaves, fresh and dry weight of leaves, shoots and root reduced when salinity level increased. But, number of necrotic leaves, number of downfall leave, aerial organ dry weight/fresh weight ratio, root/shoot fresh and dry weight ratio, relative ionic percentage and cell membrane injury percentage in upper and lower leaves were increased. According to the results here, scion type could highly critical for the tree tolerant to salinity. Overall, Shahroud 12 was found to be the most tolerant cultivar to salinity stress (7.3 ds/m) among the evaluated cultivars. In contrast, Sahand was the most sensitive cultivar to salinity stress.

Keywords: Growth indices, Ion leakage, Sodium chloride, chlorophyll, Carotenoid

1 and 2. PhD Student and Associate Professor, respectively, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran

3. Associate Professor, Division of Horticultural Researches, Karaj Seeds and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran

4. Assistant Professor, Division of Soil Improvement Researches and Lands Sustainable Management, Karaj Water Institute, Karaj, Iran

*: Corresponding author Email: bakhshi-d@guilan.ac.ir

www.SID.ir