تاثیر کلرید سدیم روی برخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی بادام (*Prunus dulcis* M.)

حمید رهنمون[۱]

چکیده

به منظور ارزیابی اثرات فیزیولوژیکی تنش شوری روی ژنوتیپ‌های گزینش شده از توده بادام بذری آذربایجان و همچنین کارآیی صفات مورد بررسی برای دستیابی به ژنوتیپ‌های امیدبخش متحمل به شوری، آزمایشی بر مبنای طرح آماری کاملاً تصادفی با سه تکرار و ۱۵ دانهال (ژنوتیپ) دو ساله در هر کرت در ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند طراحی و اجرا گردید. سطوح شوری (تیمارها) مورد استفاده عبارت بودند از: صفر (شاهد)، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مول بر لیتر کلرید سدیم خالص. در این تحقیق صفات وزن خشک، دما، محتوای یون‌های کلر و سدیم، ظهور علایم نکروزگی و محتوای پرولین آزاد برگ دانهال‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که افزایش غلظت نمک، وزن خشک برگ را کاهش ولی بیوسنتز پرولین و محتوای یون‌های کلر و سدیم برگ را به طور معنی‌دار افزایش می‌دهد. افزایش سطوح شوری تاثیر معنی‌دار روی تغییرات دمایی برگ دانهال‌های بادام نداشت. همین یافته عدم کارایی آن را در اسکرین ژنوتیپ‌های متحمل شوری آشکار نمود. همچنین معلوم گردید که بروز علایم نکروزگی حاشیه برگ‌ها با انباشت حداقل ۹ تا ۱۱ میلی‌گرم سدیم در هر گرم ماده خشک برگ در ارتباط است. این یافته نشان داد که از این ویژگی می‌توان به عنوان اندیکاتوری برای تشخیص ژنوتیپ‌های حساس به شوری استفاده نمود.

کلمات کلیدی: *بادام، پرولین، دمای برگ، شوری، فیزیولوژی و کلرید سدیم*

Archive of SID

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۱۱ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۲۰

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهی دانشگاه دولتی باکو و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، ایران. (نویسنده مسئول).
E- mail: hr482002@yahoo.com

www.SID.ir

مقدمه و بررسی منابع علمی

نگاهی به شرایط بوم شناختی مناطق تولید بادام (*Prunus amygdalus* B.) و تطبیق آن با پراکنش خاک‌های مناطق نیمه خشک و شور، این واقعیت را آشکار می‌کند که تولید جهانی محصول بادام اغلب با تنش‌های خشکی و شوری مواجه است (فائو، ۲۰۰۸). اگرچه به طور معمول در تعریف خاک‌های شور، هدایت الکتریکی ٤ دسی‌زیمنس بر متر را به عنوان آستانه شوری در نظر می‌گیرند (چینوسامی و همکاران، ۲۰۰۵؛ ماس، ۱۹۹۳) ولی در تعیین میزان خسارت ناشی از شوری باید تفاوت‌هایی بین شوری ناشی از نمک کلرید سدیم و سایر نمک‌های محلول قایل شد (مونز، ۲۰۰۹). پژوهش‌های انجام یافته نشان می‌دهند که شاخص‌های مورفولوژیکی بادام از جمله رشد طولی، قطر تنه، ضخامت برگ‌ها و حوزه گسترش ریشه‌ها به ازای افزایش شوری، کاهش می‌یابند (رحمانی و همکاران، ۲۰۰۳؛ العذب و همکاران، ۱۹۹۸). همچنین گزارش شده است که عملکرد باردهی بادام حدود ۲۰٪ به ازای افزایش هر واحد شوری در مقیاس دسی‌زیمنس بر متر کاهش می‌یابد (هوتماچر و همکاران، ۱۹۹۵؛ ماس، ۱۹۹۳). کاراکاس و همکاران (۲۰۰۰) نیز علت بروز سوختگی حاشیه‌ای در برگ های گونه‌های باغی حساس به شوری را به کاهش محتوای نسبی آب و پتانسیل اسمزی نسبت دادند و آستانه بروز این نشانه‌ها در برگ‌های هلو را تجمع حداقل ٤ الی ٦ میلی‌گرم سدیم بر هر گرم ماده خشک تعیین نمودند. در این رابطه رحمانی و همکاران (۲۰۰۳) با مقایسه تحمل به شوری ارقام باغی و وحشی بادام چنین نتیجه گرفتند که با افزایش سطوح شوری نشانه سوختگی در حاشیه برگ بادام‌های باغی به تدریج ظاهر و با حالت پیش رونده در طول زمان، باعث پژمردگی و نهایتاً ریزش کامل آن‌ها می‌گردد. شوری روی شاخص‌های فیزیولوژیکی گیاهان نیز تاثیرگذار است، چنان‌چه شیبلی و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی اثرات شوری روی روابط آبی و محتوای یونی بادام تلخ گزارش نمودند که پتانسیل اسمزی شیره سلولی برگ از ۰/٤- (در شاهد) تا ۱۱/۱- (در تیمار ۱۰۰ میلی‌مول بر لیتر نمک کلرید سدیم) قابل افزایش است و افزایش غلظت سدیم باعث افزایش جذب عناصر روی، مس و منگنز و کاهش جذب نیتروزن، فسفر، کلسیم، پتاسیم و منیزیم می‌گردد. در بررسی تحمل به شوری یازده گونه از درختان میوه معین گردید که در گونه‌های متحمل (غیر از خرما) غلظت یون کلر در برگ‌ها کمتر از ریشه است. در مورد خرما چنین نتیجه‌گیری شد که احتمالاً این گونه باغی از هر دو نوع یون (کاتیون‌ها و آنیون‌ها) برای تنظیم اسمزی در واکوئل‌ها و حفظ تعادل آب بافت برگ‌ها استفاده می‌کند. بر اساس نتایج این پژوهش گونه‌های باغی تحت مطالعه بر حسب میزان حساسیت به شوری به ترتیب زردآلو، هلو، بادام، انبه، نارنج، سیب، گلابی، انگور، گواوا، زیتون و خرما معرفی شدند (حسن و العظیم، ۱۹۹۰). در ادامه بررسی اثرات شوری روی پاسخ‌های

Archive of SID

www.SID.ir

فیزیولوژیکی گونه‌های مختلف گیاهی معلوم گردید درجه حرارت بر واکنش‌هایی که به طور آنزیمی کاتالیز می‌شوند اثر زیادی دارد بنابراین بر فتوسنتز و تنفس نیز تاثیرگذار است (لمبرز و همکاران، ۱۹۹۸). حفظ دمای بهینه برگ در فصل رشد عمدتاً توسط جریان تعرق انجام می‌گیرد و بسته شدن روزنه‌ها در اثر استرس‌های دهیدراتیو باعث بروز اختلال در جریان تعرق و در نتیجه بالا رفتن دمای برگ می‌گردد (قاسیموف، ۲۰۰۸). در حوزه پاسخ‌های بیوشیمیایی نیز آشکار گردیده است که فعالیت آنزیمی (بویژه پراکسیدازها) و ساخته شدن متابولیت‌های سازگار (با وظایف اسمولیتی و اسموپروتکتوری) در انواع گونه‌های گیاهی به طور معنی‌دار تحت تاثیر تنش شوری قرار می‌گیرد (اشرف و فولاد، ۲۰۰۷). نتایج تحقیقات گوناگون در این رابطه نشان می‌دهند که سنتز برخی اسیدهای آمینه مهم نظیر آلانین، آرژنین، گلایسین، سرین، لئوسین، والین، پرولین و اسیدهای آمینه غیر پروتئینی سیترولین و اورنیتین و همچنین برخی آمیدها نظیر گلوتامین و آسپاراژین تحت شرایط تنش شوری در گیاهان عالی افزایش می‌یابند (منصور، ۲۰۰۰). پیکوراس و همکاران (۱۹۹٦) در لیمو تحت شرایط شور و نایر و والیا (۲۰۰۳) در گندم تحت شرایط خشک معین کردند که ساخته شدن پرولین با تحمل به استرس همبستگی مثبت و معنی‌دار دارد و غلظت آن در گیاهان متحمل به استرس بیش از گیاهان حساس می‌باشد. اگرچه مستندات خوبی برای افزایش سطح پرولین آزاد در گیاهان تحت تنش در دست است (اوزتورک و دمیر، ۲۰۰۲؛ کاوی کیشور و همکاران، ۲۰۰۵) ولی اطلاعات از مکانیسم تحریک بیوسنتز آن کامل نیست. مطالعات اخیر نشان می‌دهند که آنزیم دی فسفو لیپاز به همراه کاتیون کلسیم و هورمون اسید آبسیزیک در ارسال سیگنال سنتز پرولین دخالت دارند (تیری و همکاران، ۲۰۰٤).

نتایج پژوهش‌های مختلف در زمینه تحمل به شوری گیاهان جنس *Prunus* بیانگر این حقیقت است که ضمن تفاوت در رفتارهای اکوفیزیولوژیکی آنها در سطح گونه، رقم، پایه و حتی تک ژنوتیپ، اطلاعات موجود نیز از گستردگی و انسجام کافی برخوردار نیست. بر این مبنا پژوهش حاضر پس از ایجاد جمعیتی از بادام بر اساس گزینش ژنوتیپ‌های دارای توان ژنتیکی بالای تحمل به شوری در حوزه‌های مهم بادام خیز کشور به اجرا درآمد و هدف اصلی از آن ارزیابی برخی پاسخ‌های محیطی و سودمندی آن‌ها در امکان دستیابی به ژنوتیپ‌های امیدبخش متحمل به شوری بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند واقع در ۲۵ کیلومتری جنوب غرب تبریز انجام شد و طی آن از سه منطقه بادام خیز آذرشهر، شبستر و مراغه در مجموع ٤۷ ژنوتیپ بادام (درخت غیر پیوندی) از باغ‌هایی گزینش شدند که هدایت الکتریکی خاک آن‌ها در عمق جذب ریشه

Archive of SID

www.SID.ir

(لایه ٦٠ تا ٩٠ سانتی‌متری) بیش از ٤ دسی‌زیمنس بر متر بود و همه این درختان از لحاظ شاخص‌های رویشی و زایشی عملکرد نسبتاً مطلوبی داشتند. حدود ۲۰۰ بذر که با گرده افشانی آزاد تشکیل شده بودند، به طور تصادفی از درختان هر منطقه انتخاب گردید و همه آن‌ها (در مجموع ٦٠٠ بذر) در خزانه‌ای باز کشت شدند. در پایان فصل زراعی بعد دانهال‌های دارای رشد یکسان، انتخاب و از خزانه خارج گردیدند و پس از هرس از بالای جوانه دهم و آرایش یکسان ریشه‌ها، داخل گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۲۵ و به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر محتوی ۱۵ کیلوگرم از خاک تیپ منطقه به مشخصات جدول (۱) باز کشت شدند.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک مورد استفاده در آزمایش

رس Clay(%)	سیلت Silt(%)	شن Sand(%)	پتاسیم K(ppm)	فسفر P(ppm)	نیتروژن N(%)	S.A.R	مواد آلی O.C.(%)	درصد مواد خنثی شونده (C.C.E)	pH	Ec ($dS.m^{-1}$)
۱۲	۸	۸۰	۶۶۳	۷۵	۰/۰۸	۱/۷	۰/۹۷	۳/۲۵	۷/۷۲	۲/۹

در اوایل فصل رشد با حذف جوانه‌های بالایی، فقط به سه جوانه اجازه رشد داده شد و پس از ظهور ۱۰ الی ۱۵ برگ در هر شاخه فرعی، مقدار نمک کلرید سدیم خالص لازم برای تیمارها بر اساس ظرفیت مزرعه‌ای خاک گلدان‌ها محاسبه و به طور تدریجی در طول چهار هفته به همراه آب آبیاری (هر بار ۱۰ میلی‌مول بر لیتر) به گلدان‌ها اضافه گردید. بدیهی است پس از تکمیل غلظت شوری محاسبه شده برای هر تیمار، آبیاری‌های نوبت بعد با آب خالص انجام گرفت. آزمایش انجام یافته در قالب طرح آماری کرت‌های کاملاً تصادفی (CRD) با چهار تیمار شوری شامل صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌مول بر لیتر کلرید سدیم (به ترتیب معادل ۲/۹، ٥/٦، ۸/٤ و ۱۰/٦ دسی‌زیمنس بر متر در مقیاس هدایت الکتریکی) در سه تکرار بود و در هر کرت ۱۵ دانهال (در هر گلدان یک دانهال) در نظر گرفته شد. در طول مدت آزمایش رطوبت خاک با آب خالص در ۸۰٪ ظرفیت مزرعه‌ای حفظ شد و همه دانهال‌ها در شرایط محیطی باز و یکسان قرار داشتند. شش هفته پس از پایان تیمارهای شوری، نمونه‌گیری از دانهال‌ها آغاز گردید. برای این منظور حداقل ۵ برگ میانی شاخه‌ها برای اندازه‌گیری محتوای یون‌های سدیم و کلر و همچنین صفات وزن خشک، دمای موضعی، شدت نکروزگی و پرولین آزاد برگ‌ها انتخاب و مورد استفاده قرار گرفتند.

اندازه‌گیری محتوای یون‌های سدیم و کلر برگ: بدین منظور ابتدا عصاره گیاهی نمونه‌های برگی پس از خشکاندن و پودر نمودن به روش هضم مرطوب تهیه گردید و سپس محتوای یون سدیم هر نمونه با استفاده از دستگاه فلایم فتومتری Corning-410 و یون کلر نیز با دستگاه کلرید متر - Jenway pclm3 سنجیده شدند.

Archive of SID

www.SID.ir

اندازه‌گیری وزن خشک برگ: برای تعیین این صفت ابتدا کل برگ‌های دانهال‌ها جدا و با آب مقطر شستشو گردیدند و سپس با کاغذ صافی رطوبت سطحی آنها گرفته شد. در ادامه پس از تعیین وزن تر آن‌ها توسط ترازوی حساس، به داخل آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت انتقال یافتند. پس از توزین مجدد، وزن خشک نمونه‌ها به‌دست آمد.

تعیین گیاهان نشان دهنده نکروزگی حاشیه برگ‌ها: این صفت ۸ هفته پس از دریافت شوری به صورت شمارشی و تعیین درصد دانهال‌هایی با حداقل نیمی از برگ‌های نکروز، برآورد گردید.

تعیین دمای برگ: دمای برگ دانهال‌ها بین ساعات ۱۰/۰۰ تا ۱۲/۰۰ یک روز آفتابی با دمای محیطی ۲۹ درجه سانتی‌گراد، با استفاده از دماسنج لیزری پرتابل Quicktemp مدل 825-T2 روی ۳ برگ از قسمت‌های انتهایی، میانی و ابتدایی هر شاخه فرعی تعیین گردید و میانگین دماهای اندازه‌گیری شده، به عنوان متوسط دمای برگ هر دانهال در نظر گرفته شد.

سنجش مقدار پرولین آزاد برگ: مقدار پرولین آزاد برگ براساس پروتکل بیتس و همکاران (۱۹۷۳)، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل DR2000 در طول موج ۵۲۰ نانومتر و با رسم منحنی استاندارد اندازه‌گیری شد.

تجزیه داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات با نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام گرفت. برای رسم نمودارها و محاسبه ضرایب همبستگی نیز از نرم افزار EXCEL استفاده گردید.

نتایج و بحث

در این تحقیق علت استفاده از خاک طبیعی به جای بسترهای مصنوعی، کسب نتایج واقعی و تطبیق با شرایط طبیعی بود همچنان‌که پرورش دانهال‌ها نیز در شرایط باز طبیعی انجام گرفت. جدول (۱) نتایج تجزیه خاک مورد استفاده را نشان می‌دهد. مشخصات این خاک بسیار نزدیک به تیپ خاک مناطق بادام‌خیز آذربایجان شرقی می‌باشد. پیشتر نیز در آزمایش‌های مختلف به دلایل وجود اختلاف در سطح گسترش، مورفولوژی و مقادیر تبادل یونی بین ریشه گیاهان رشد یافته در بسترهای آبکی و بستر خاک، به استفاده از بستر خاک توصیه شده بود (آراگوئز و همکاران، ۲۰۰۵؛ چن و همکاران، ۲۰۰۱).

تجزیه داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها: تجزیه داده‌های به دست آمده نشان داد که بین میانگین سطوح تیمارهای شوری به کار رفته در صفات وزن خشک، محتوای پرولین آزاد و غلظت یون‌های سدیم و کلر برگ‌ها اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. با این حال اختلاف بین میانگین‌های صفت دمای برگ معنی‌دار نبود (جداول ۲ و ۳).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات محتوای یون‌های سدیم و کلر، وزن خشک، نکروزگی حاشیه‌ای، دمای موضعی و پرولین آزاد برگ دانهال‌های انتخابی بادام

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		محتوای سدیم	محتوای کلر	وزن خشک برگ	دمای برگ	محتوای پرولین آزاد
تیمار (T)	۳	۳۳/۱ **	۱۳۶/۴ **	۸/۴ **	۱/۵۷ ns	۳۴۹۴/۸ **
اشتباه (E)	۸	۳/۵	۶/۶	۰/۲	۲/۲۱	۱۶/۲

*، ** به ترتیب دارای اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین صفات محتوای یون‌های سدیم و کلر، وزن خشک، نکروزگی حاشیه‌ای، دمای موضعی و پرولین آزاد برگ دانهال‌های انتخابی بادام

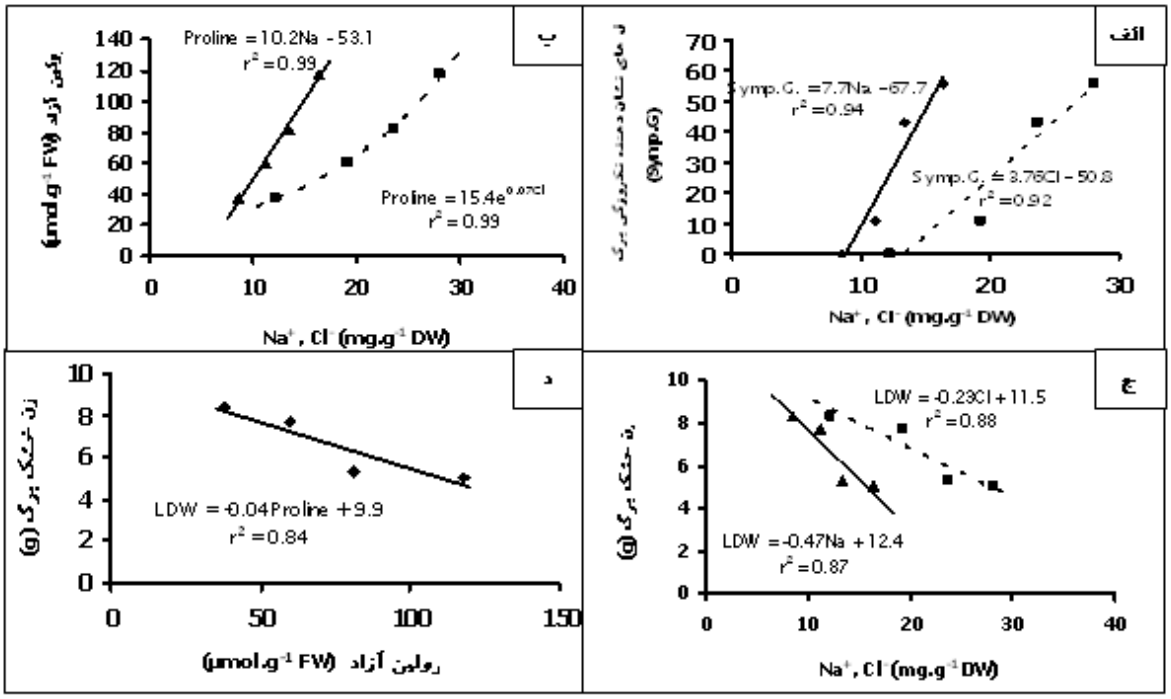
سطوح نمک ($mmol.l^{-1}$)	صفات اندازه گیری شده					
	محتوای سدیم ($mg.g^{-1}DW$)	محتوای کلر ($mg.g^{-1}DW$)	وزن خشک برگ (g)	محتوای پرولین آزاد ($\mu mol.g^{-1}$ FW)	دمای برگ (^oC)	دانهال‌های نشان دهنده نکروزگی (٪)
صفر	۸/۶ ± ۰/۷ a	۱۲/۳ ± ۲/۷ a	۸/۸ ± ۰/۴ a	۳۷/۷ ± ۲/۳ a	۲۸/۲ ± ۱/۷ ns	۰
۲۵	۱۱/۲ ± ۱/۶ ab	۱۹/۲ ± ۲/۱ b	۷/۸ ± ۰/۳ a	۵۹/۸ ± ۴/۵ b	۲۹/۲ ± ۱/۳ ns	۱۱
۵۰	۱۳/۴ ± ۲/۵ bc	۲۳/۷ ± ۲/۲ c	۵/۳ ± ۰/۸ b	۸۱/۴ ± ۳/۳ c	۲۹/۹ ± ۱/۸ ns	۴۳
۷۵	۱۶/۴ ± ۲/۳ c	۲۸/۱ ± ۳/۲ c	۵/۱ ± ۰/۲ b	۱۱۷/۸ ± ۵/۴ d	۲۹/۱ ± ۱/۲ ns	۵۶

- حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با آزمون دانکن می‌باشند.
- - میانگین‌ها با انحراف استاندارد (SD) ارایه شده‌اند.

محتوای یون‌های سدیم و کلر: مقایسه میانگین‌های سطوح شوری نشان داد که محتوای کلر و سدیم دانهال‌ها به موازات افزایش غلظت نمک، با الگویی مشابه افزایش پیدا می‌کند (جداول ۲ و ۳). افزایش غلظت نمک زمینه ساز بروز اختلالاتی در گیاهان است که ظهور پیش رونده علایم سوختگی برگ‌ها و کاهش ماده خشک گیاهی از جمله آن‌ها به شمار می‌رود. نکته قابل تامل این است که بیشتر تحقیقات انجام یافته در زمینه شوری، روی اثرات منفی سدیم متمرکز گردیده و معمولاً در آنها نقش جداگانه و بارز کمتری برای کلر در نظر گرفته شده است. این امر احتمالاً با مشارکت کم کلر در ایجاد پیامدهای ناخواسته شوری مرتبط است. شیب زیاد (β) خط رگرسیون کلر نسبت به سدیم به نوعی نشان دهنده تاثیرگذاری نسبتاً کم آن در کاهش وزن خشک برگ (شکل ۱ ج) و افزایش سطح پرولین آزاد (شکل ۱ ب) دانهال‌های بادام در مقایسه با سدیم، حداقل در این تحقیق می‌باشد. بایستی این نکته را در نظر داشت که صرفاً محتوای بالای سدیم در ژنوتیپی، دلیل کافی برای احراز حساسیت بالای آن نسبت به شوری نخواهد بود. در واقع بیش از آن که مقدار سدیم برگ اهمیت داشته باشد، محل تجمع یون‌های سدیم حایز اهمیت است. بنابراین اگرچه محتوای سدیم برگ ژنوتیپی ممکن است بالا باشد ولی قابلیت آن ژنوتیپ در حفظ یون‌های سدیم در فضای آپوپلاستی یا مهم‌تر از آن، جای‌دهی آن‌ها در واکوئل‌ها می‌تواند عامل مهمی در تحمل پیامدهای تنش شوری به شمار آید.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱ - همبستگی مثبت بین محتوای سدیم و کلر با ظهور علایم سوختگی حاشیه ای در برگ‌های بادام (الف)، همبستگی مثبت بین محتوای سدیم و کلر با بیوسنتز پرولین آزاد در برگ های بادام (ب)، همبستگی منفی بین محتوای سدیم و کلر با تولید ماده خشک برگ بادام (ج) و همبستگی منفی بین بیوسنتز پرولین با تولید ماده خشک در برگ بادام (د).

وزن خشک برگ: بررسی این صفت در مطالعات شوری به دلیل همبستگی بالای آن با عملکرد باردهی گیاه در زمان بلوغ، حایز اهمیت ویژه‌ای می‌باشد (مونز، ۲۰۰۹). از سوی دیگر همبستگی منفی و معنی‌داری بین این صفت و محتوای سدیم و کلر در ژنوتیپ‌های آزمایشی به دست آمد (شکل ۱ ج). بدین ترتیب می‌توان دریافت که ژنوتیپ‌های ناتوان از تولید ماده خشک کافی در شرایط شور در مقطع بلوغ نیز با کاهش باردهی مواجه خواهند بود. کاهش قدرت ماده‌سازی یکی از اثرات بارز استرس شوری بوده و با کاهش اسیمیلاسیون CO_2 در ارتباط است. همچنین بخشی از کربن تثبیت شده به ساخت متابولیت‌های سازگار تنظیم کننده فشار اسمزی اختصاص می‌یابد که این نیز بر روند ساخت بافت‌ها و اعضای گیاهی تاثیر منفی دارد. همبستگی منفی بین تولید ماده خشک برگ و سنتز پرولین در شرایط تنش شوری موید همین مطلب است (شکل ۱ د). مطابق جدول (۳) روند کاهشی ماده خشک برگ تا سطح شوری ۲۵ میلی‌مول بر لیتر غیر معنی‌دار است. این یافته نشان می‌دهد که آستانه تحمل اغلب دانهال‌های جمعیت انتخابی بادام، شوری فراتر از ۲۵ میلی‌مول بر لیتر نمک می‌باشد. همچنان‌که عدم اختلاف معنی‌دار بین سطوح نمک ۵۰ و ۷۵ میلی‌مول بر لیتر نیز نشان دهنده آسیب پذیری شدید دانهال‌ها و مرگ تدریجی آن‌ها در هر دو سطح نمک و غلظت‌های افزون بر آن است.

Archive of SID

www.SID.ir

نکروزگی حاشیه برگ‌ها: بررسی تغییرات مورفولوژیکی برگ‌ها نشان داد که با افزایش غلظت نمک کلرید سدیم به تدریج نشانه‌های سوختگی حاشیه‌ای سه هفته پس از پایان تیمارهای شوری ابتدا در بادام‌های تحت تیمار ۷۵ میلی‌مول بر لیتر و سپس ۵۰ و حتی ۲۵ میلی‌مول بر لیتر با گذشت زمان ظاهر می‌گردد و در پایان هفته هشتم به اوج خود می‌رسد (جدول ۳). برگ‌های مستعد سوختگی ابتدا تغییر رنگ داده سپس از حاشیه به سمت داخل نکروزه می‌گردند. ظهور این پدیده ابتدا با کاهش محتوای نسبی آب برگ‌ها در اثر کاهش پتانسیل آب (Ψ_π) و متعاقباً با افزایش انباشت یون‌های سدیم در فضای بین سلولی و داخل سلول و همچنین ورود نمک به جریان تعرق در ارتباط است. نتایج به دست آمده در این زمینه با میزان انباشت یون‌های کلر و سدیم در برگ‌ها مطابقت داشت (جدول ۳) و (شکل ۱ الف).

تطبیق مشاهدات مورفولوژیکی و نتایج جدول (۳) مشخص کرد که میانگین آستانه بروز نشانه‌های سوختگی در ژنوتیپ‌های تحت آزمایش با انباشت حداقل ۹ تا ۱۱ میلی‌گرم سدیم در هر گرم ماده خشک برگ مرتبط می‌باشد. این یافته با گزارش کاراکاس و همکاران (۲۰۰۰) مبنی بر ظهور نشانه‌های سوختگی برگ هلو در غلظت ٤ تا ٦ میلی‌گرم در هر گرم ماده خشک برگ و گزارش حسن و العظیم (۱۹۹۰) در معرفی حساسیت بالای گونه هلو نسبت به بادام همخوانی داشت. ظهور این علایم که معمولاً از برگ‌های بالغ آغاز می‌گردد، می‌تواند به عنوان اندیکاتوری برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به شوری مورد استفاده قرار گیرد.

دمای برگ: بنا به تاثیرپذیری دمای عمومی گیاه از تحرکات روزنه‌ای و جریان تعرق، انتظار بر این بود که با بسته شدن طبیعی روزنه‌ها در شرایط تنش شوری دمای برگ به عنوان جایگاه اصلی واکنش‌های متابولیسمی بالا رود ولی نتایج نشان داد که این روند از افزایش غلظت نمک تبعیت نمی‌کند (جداول ۲ و ۳). با این حال دانهال‌های بادام تا غلظت نمک ۵۰ میلی‌مول بر لیتر علیرغم بسته شدن نسبی مسیر تعرق، نزدیک به ۲ درجه نسبت به شاهد افزایش دما نشان دادند. روند نزولی دمای برگ در تیمار ۷۵ میلی‌مول بر لیتر نمک نیز صرفاً با تخریب رنگدانه‌ها (رنجبر و همکاران، ۲۰۰۵) و در نتیجه کاهش جذب تشعشعات خورشیدی و بازتاب اغلب آنها قابل توجیه است.

بیوسنتز پرولین آزاد: مقایسه میانگین‌های مربوط به این صفت نشان داد که بیوسنتز پرولین برگ به موازات افزایش غلظت نمک به طور معنی‌دار افزایش می‌یابد (جدول ۳). نتایج همچنین نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین انباشت یون‌های سدیم و افزایش سنتز پرولین در برگ دانهال‌های انتخابی بادام رشد داده شده در شرایط شور وجود دارد (شکل ۱ ب). این اسید آمینه علاوه بر نقش اسمولیتی، در حفظ انسجام ساختمان سلولی، حذف رادیکال‌های آزاد و کاهش پتانسیل اکسیداسیون در شرایط استرس دخالت دارد

Archive of SID

www.SID.ir

(هوا و گو، ۲۰۰۲). همچنین این ملکول هیدروتروف، اسیدیته سیتوپلاسم را افزایش داده و نسبت $NADP^+/NADPH$ را در جریان متابولیسم سلولی حفظ می‌کند و بعد از سپری شدن استرس، تخریب گشته و تولید ATP می‌نماید که آن نیز باعث بازسازی و جبران بخشی از آسیب استرس می‌گردد (هیر و همکاران، ۱۹۹۸). با این حال، بیوسنتز چنین متابولیت‌های سازگار در شرایط تنش از کارآیی فتوسنتز کاسته و در نتیجه باعث کاهش در ساخت ماده تر گیاهی می‌گردد. رابطه معکوس به دست آمده بین محتوای پرولین سنتز شده با ماده خشک ساخته شده در برگ دانهال‌های انتخابی بادام در شرایط شوری فزاینده مؤید این مطلب است (شکل ۱ د). با توجه به سودمندی پرولین در افزایش تحمل گیاهان در برابر استرس‌های غیر زنده، امروزه مصرف خارجی آن نیز نظر محققان را به خود جلب نموده است (اشرف و فولاد، ۲۰۰۷).

نتیجه‌گیری

نتایج به دست آمده در کل نشان دادند که آستانه تحمل ژنوتیپ‌های گزینشی به شرایط شوری ایجاد شده با نمک کلرید سدیم در طول یک فصل کامل زراعی بین ۲۵ تا ۵۰ میلی‌مول بر لیتر است (تقریباً برابر ۵/٦ تا ۸/٤ دسی‌زیمنس بر متر) ولی باید توجه داشت که میانگین تحمل به این سطح از کلرید سدیم به ویژه در شرایط آزمایشی طبیعی درخور توجه بوده و از آن جایی که به طور معمول در طبیعت ترکیبی از انواع نمک‌ها مسئول شوری خاک می‌باشند، می‌توان عملکرد بهتری را از ژنوتیپ‌های انتخابی انتظار داشت. همچنین غیر از صفت دمای برگ، بقیه صفات امیدبخشی بالایی نسبت به اسکرین ژنوتیپ‌های متحمل شوری داشتند و می‌توان از آن‌ها به همراه چند صفت دیگر در برنامه‌های اصلاحی پایه‌ها بهره جست.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده

- ✓ Aragues, R., J. Puy., A. Royo., and J.L. Espada. 2005. Three- year field response of young olive trees (*Olea europaea* L. cv. Arbequina) to salinity: Trunk growth and leaf ion accumulation. Plant and Soil. 271: 265- 273.
- ✓ Ashraf, M., and M.R. Foolad. 2007. Roles of Glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental Express of Botany. 59: 206- 216.
- ✓ Bates, L.S., R.P. Waldren., and I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil. 39: 205- 207.
- ✓ Chen, S., J. Li., S. Wang., A. Huttermann., and A. Altman. 2001. Salt, nutrient uptake and transport, and ABA of *Populus eupharatica*; a hybrid in response to increasing soil NaCl. Trees-Struct. Funct. 15: 186- 194.
- ✓ Chinnusamy, V., A. Jagendorf., and J.K. Zhu. 2005. Understanding and improving salt tolerance in plants. Crop Science. 45: 437- 448.
- ✓ El-Azab, E.M., A.M. El-Kobbia., and H.M. El-Khayat. 1998. Effects of three sodium salts on vegetative growth and mineral composition of stone fruit rootstock seedlings. Alexandria Journal of Agriculture Research. 43 (3): 219- 229.
- ✓ FAO. 2008. Available in: www.fao.org/ag/agl/agll/spush.
- ✓ Gasimov. N.A. 2008. Plant physiology. Baku State University Publications. Baku. 483 Pp.
- ✓ Hare, P.D., W.A. Cress., and J.V. Staden. 1998. Dissecting the role of obsolete accumulation during stress. Plant Cell Environ. 21: 535- 553.
- ✓ Hassan, M.M., and A.I.A. El-Azayem. 1990. Differences in salt tolerance of some fruit species. Egyptian Journal of Horticulture. 17 (1): 1- 8.
- ✓ Hua, B., and W.Y. Guo. 2002. Effect of exogenous proline on SOD and POD activity of soybean callus under salt stress. Acta. Agricultural Boreali-Sinica. 17: 37- 40.
- ✓ Hutmacher, R.B., H.I. Nightingale., S.S. Vail., F. Dale., D.E. Rolston., D.W. Peters., P.H. Brown., T. Pfaum., A.D. Bravo., J.W. Biggar., and F.R. Lamm. 1995. Salinity and boron distribution in microirrigated almonds: soil and plant accumulations. Proceedings of the 5th International Microirrigation Congress. Pp: 110- 115.
- ✓ Karakas, B., R.L. Bianco., and M. Rieger. 2000. Association of marginal leaf scorches with sodium accumulation in salt-stressed peach. Horticulture Science. 35 (1): 83- 84.
- ✓ Kavikishore, P.B., S. Sangam., R.N. Amurtha., P.S. Laxima., K.R. Naida., K.R.S.S. Rao., S. Rao., K.J. Reddy., P. Theriappan., and N. Sreenivasulu. 2005. Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: its implications in plant growth and a biotic stress tolerance. Current Science. 88: 424- 438.
- ✓ Lambers, H., F.S. Chapin., and T.L. Pons. 1998. Plant physiological ecology. Springer, Berlin. 540 Pp.
- ✓ Maas, E.V. 1993. Testing crops for salinity tolerance. Proceedings of Workshop on Adaptation of Plants to Soil Stresses. Pp: 237- 247.
- ✓ Mansour, M.M.F. 2000. Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress. Biology of Plant. 43: 491- 500.
- ✓ Munns, R. 2009. Strategies for crop improvement in saline soils. In: M. Ashraf, M. Ozturk and H.R. Athar (eds). Salinity and water stress. Springer Science + Business Media B.V. Germany. 237 Pp.
- ✓ Nayer, H., and D.P. Walia. 2003. Water stress induced proline accumulation in contrasting wheat genotypes as affected by calcium and Abscisic acid. Biology of Plant. 46: 275- 279.

Archive of SID

www.SID.ir

✓ Ozturk, L., and Y. Demir. 2002. In Vivo and in vitro protective role of proline. Plant Growth Regul. 38: 259- 264.

✓ Piqueras, A., J.M. Hernandez., E. Olmos., E. Hellin., and F. Sevilla. 1996. Changes in antioxidant enzymes and organic solutes associated with adaptation of citrus cells to salt stress. Plant Cell Tissue of Org. Cult. 45: 53- 60.

✓ Rahmani, A., H.A. Daneshvar., and H. Sardabi. 2003. Effect of salinity on growth of two wild almond species and two genotypes of the cultivated almond species. Iranian Journal of Forest and Poplar Research. 11 (1): 1- 8.

✓ Ranjbar, A., R. Lemeur., and P. Damme. 2005. Ecophysiological characteristics of two pistachio species (Pistacia khinjuk and P. mutica) in response to salinity. Acta Horticulture. 721: 179- 187.

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

✓ Thiery, L., A. Leprince., D. Lefebvre., M.A. Chars., E. Debarbieux., and A. Savoure. 2004. Phospholipase D is a negative regulator of proline biosynthesis in *Arabidopsis thaliana*. Journal of Biological Chemistry. 279: 14812- 14818.

Archive of SID

www.SID.ir