دو فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران
جلد ۱۷، شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۲۸-۱۵ (۱۳۸۸)

تأثیر ABA و کلسیم بر تغییر برخی از ترکیبات بیوشیمیایی گونه *Aeluropus lagopoides* طی سازش به شوری در شرایط کشت آزمایشگاهی

معصومه جان نثار[۱]، عذرا صبورا[*۲] و خدیجه رضوی[۳]

۱- کارشناس ارشد، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه الزهرا، تهران

۲*- نویسنده مسئول مکاتبات، استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه الزهرا، تهران

پست الکترونیک : azrasaboora1034@gmail.com

۳ – استادیار، پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری، تهران- کیلومتر ۵ اتوبان تهران کرج-بلوار پژوهش

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۰/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۴/۲۳

چکیده

شوری اثرهای متفاوتی بر گیاهان زراعی داشته و تولیدات آنها را محدود می‌کند. درحالی که هالوفیت‌ها گیاهانی هستند که قادرند سطوح بالای شوری را تحمل کنند. گونه *Aleuropus lagopoides* گیاهی علفی، استولون‌دار، هالوفیت و چند ساله است که معمولاً در شرایط با شوری بالا رشد می‌کند. در این مطالعه بذر گونه فوق در محیط مایع MS ½ کشت و دانه‌رست‌های ۲۱روزه با Ca_2SO_4 ۵ mM ، ۶۰۰ mM NaCl، ۵ µM ABA، $NaCl+Ca_2SO_4$، NaCl+ABA و Ca_2SO_4 +ABA تیمار شدند. بعد بعضی از ترکیبات بیوشیمیایی در ریشه و نوشاخه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که ABA بیش از تیمارهای دیگر باعث کاهش محتوای رنگیزه‌ها شد. بعلاوه ABA نسبت K^+/Na^+ و محتوای مالون دآلدهید (MDA) را در ریشه‌ها کاهش داد و موجب افزایش تجمع پرولین در آن شد. هرچند Ca^{2+} نسبت K^+/Na^+ را در نوشاخه افزایش و در ریشه کاهش می‌دهد اما اثر آن بر تغییر محتوای پرولین و MDA در نوشاخه و ریشه بعکس بود. NaCl نسبت K^+/Na^+ را هم در نوشاخه و هم در ریشه کاهش داد و موجب افزایش محتوای پرولین نوشاخه شد. به نظر می‌رسد که ABA اثر قابل توجهی بر تنظیم تعادل یونی و تنظیم محتوای MDA نوشاخه این گیاه ندارد، در حالی که Ca^{2+} اثرهای تنش شوری بر نوشاخه *A. lagopoides* را از طریق افزایش نسبت K^+/Na^+ کاهش می‌دهد. نتایج حاصل نشان داد که این گیاه تحت تنش شوری از انباشتگی پرولین در نوشاخه و از تجمع یون‌های سدیم در ریشه و نوشاخه برای تنظیم تعادل اسمزی استفاده می‌کند. همچنین در این گیاه هالوفیت، در حضور کلرید سدیم محتوای MDA در نوشاخه به طور نامحسوس و در ریشه به طور مشخص کاهش می‌یابد.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، *Aeluropus lagopoides* , ABA ,MDA , Ca_2SO_4

مقدمه

تنش نمک یکی از مهمترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را در سراسر جهان تحت تأثیر قرار می‌دهد. بیشتر از ۸۰۰ میلیون هکتار از زمین‌ها در سرتاسر جهان تحت تأثیر شوری می‌باشند (Munns & Tester, 2008). در بیشتر موارد شوری خاک در اثر عوامل طبیعی و طی دوره‌های طولانی در نتیجه تجمع نمک در نواحی خشک و نیمه‌خشک اتفاق می‌افتد. مهمترین عوامل شوری

Archive of SID
www.SID.ir

خاک وجود کلرید سدیم، کلسیم، منیزیم و به میزان کمتر سولفات‌ها و کربنات‌ها هستند. شوری خاک از دو طریق تنش را بر گیاهان اعمال می‌کند. در ابتدا وجود غلظت بالای نمک در خاک، جذب آب توسط ریشه را دچار مشکل می‌کند و بعد غلظت بالای نمک در گیاه می‌تواند برای آن سمی باشد. گیاهان از نظر تحمل شوری بسیار متفاوت هستند و نسبت به شوری پاسخ‌های رشدی متنوعی را نشان می‌دهند. در رابطه با پاسخ نوشاخه دو مرحله دیده می‌شود: ۱) پاسخ سریع به افزایش فشار اسمزی خارجی ۲) پاسخ کندتر که به تجمع Na^+ در برگ‌ها مربوط می‌شود. در مرحله اول که بلافاصله پس از تجمع نمک اطراف ریشه شروع می‌شود، رشد نوشاخه و برگ، نمو جوانه‌های جانبی و پیدایش برگ‌های جدید به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. در مرحله سمیت یونی، تجمع نمک در برگ‌های پیر به غلظت‌های مسموم کننده می‌رسد و باعث مرگ آنها می‌شود

فتوسنتز یکی از مهمترین فرایندهایی است که تحت تنش نمک مورد بازدارندگی قرار می‌گیرد. محتوای کلروفیل کل و نسبت کلروفیل a/b ظرفیت فتوسنتزی را کاهش داده و عدم تامین کربوهیدرات‌های مورد نیاز برگ‌های جوان باعث کاهش رشد آنها می‌شود (Munns & Tester 2008, EL-Shintinawy 2000). سدیم فقط برای تعدادی از گونه‌های C_4 و برای انتقال پیروات از خلال غشا کلروپلاست ضروریست. به عبارت دیگر سدیم در این گیاهان مانند یک عنصر غذایی عمل می‌کند. در بسیاری از گونه‌ها Na^+ عنصرغذایی محسوب نمی‌شود ولی اگر دسترسی گیاه به K^+ محدود باشد، افزودن Na^+ به محیط‌کشت رشد را تشدید می‌کند (Flowers & Lauchli 1983). تحت تنش شوری، جذب Na^+ با جذب K^+ از طریق همبرهای Na^+/K^+ رقابت می‌کند و ممکن است ناقل‌های اختصاصی K^+ را در سلول‌های ریشه مسدود کند. سدیمی که وارد سلول‌های ریشه می‌شود از طریق ناقل‌های کاتیونی یا از طریق مسیر آپوپلاستی وارد جریان آوند چوبی ریشه می‌شود و نوع این فرایند به گونه‌های گیاهی وابسته است (Chinnusamy *et al.*, 2005). در آرابیدوپسیس، اکالیپتوس و گندم ناقل‌های K^+ با میل ترکیبی بالا تحت تنش شوری، به‌عنوان ناقل Na^+ با میل ترکیبی پایین عمل می‌کنند (Chinnusamy *et al.*, 2005).

هورمون ABA[1] مهمترین عامل در سطح مولکولی است که توسط ریشه در پاسخ به تنش شوری صادر شده و در برگ‌ها پاسخ‌های متنوعی را ایجاد می‌کند. ABA باعث تجمع انواع فعال اکسیژن (ROS)[2]، تنظیم تعادل یونی، هموستازی اسمزی، کنترل آسیب‌های تنشی و فرایندهای ترمیمی و تغییر غلظت Ca^{2+} می‌شود (Chinnusamy *et al.*, 2005). اولین پاسخ ثبت شده به افزایش Na^+ در اطراف ریشه، افزایش Ca^{2+} سیتوسلی است. ورود Na^+ از طریق کانال‌های غیراختصاصی ممکن است باعث دپلاریزه شدن غشاء و فعال شدن کانال‌های Ca^{2+} و پادبر Na^+/H^+ (SOS1)[3] شود. علامت‌دهی کلسیم سنتز اسمولیت‌ها را تحت تنش القا می‌کند (Munns &Tester 2008). به‌عنوان مثال، گزارش شده است که تحت تنش شوری، حضور کلسیم باعث تجمع پرولین در نوک ریشه *Sorghum bicolor* می‌شود. یکی از راه‌های حفظ تعادل اسمزی در تنش شوری بیوسنتز و تجمع اسمولیت‌های سازگار است. تجمع پرولین در بافت‌های

1 Abscisic acid

2. Reactive Oxygen Species

3. Salt Overly Sensitive 1

Archive of SID

www.SID.ir

گیاهی که آب خود را از دست داده‌اند برای اولین بار توسط Kemble و Mac Pherson (1954) گزارش شد. تجمع پرولین احتمالاً به دلیل برقراری تعادل اسمزی و حفظ پایداری غشا می‌باشد (Ashraf & Harris 2004, Maggio *et al*., 2000). بین تجمع پرولین و میزان انباشتگی سدیم در مقایسه با Cl^- و K^+ همبستگی بیشتری برقرار است (Rout & Shaw 1998).

هالوفیت‌ها گیاهانی هستند که به‌طور طبیعی در خاک‌های شور زندگی می‌کنند. *Aeluropus lagopoides* یک گونه علفی از خویشاوندان گندم است که به طایفه Clorideae تعلق دارد. این گیاه چندساله در حواشی دریاچه‌های نمکی، سواحل و مصب رودخانه‌ها و نهرهای شور و مرداب‌ها می‌روید و حتی در غلظت۱/۵ مول NaClنیز قادر به ادامه حیات می‌باشد (Barhoumi *et al*., 2007). این گیاه نمک را توسط غدد نمکی به خارج ترشح می‌کند و به این ترتیب تنش شوری را تا سطح ۱٪ به خوبی تحمل می‌کند. به علاوه فتوسنتز در این گیاه از نوع C4 است که باعث انعطاف‌پذیری بیشتر آن در برابر تنش‌های خشکی و شوری می‌شود. با توجه به تحمل شرایط محیطی دشوار، این گیاهان واجد خصوصیات فیزیولوژیک و مولکولی برجسته‌ای هستند که از نظر کاربرد در مرتع‌داری و کشاورزی مهم می‌باشند. Wei و همکاران (2001) با استفاده از روش دورگ‌گیری سوماتیک نامتقارن، انتقال صفت تحمل شوری از *Aeluropus* به گندمیان را گزارش نموده‌اند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که امکان انتقال صفات مطلوب از خویشاوندان وحشی به واریته‌های زراعی وجود دارد.

مقاله حاضر بخشی از یک کار تحقیقی است که در پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری انجام شده است که در آن بذر *A. lagopoides* در شرایط درون شیشه (*in vitro*) کشت شد و به منظور بررسی تغییر بیان پادبرهای SOS1، SOS2، SOS3 و SOS4 دانه‌رست‌های حاصل تحت تیمارهای NaCl، ABA، Ca_2SO_4، Ca_2SO_4+NaCl ، ABA+NaCl و Ca_2SO_4+ABA قرار گرفتند. در این‌جا نتایج حاصل از پاسخ‌های فیزیولوژیک گیاهان تیمار شده از جمله تغییر میزان پرولین، رنگیزه‌ها، MDA[4] و غلظت عناصر Na^+ و K^+ بحث شده است. این نتایج می‌تواند به شناخت مکانیسم‌های تحمل شوری در گیاهان شورپسند کمک نماید.

مواد و روشها

مواد گیاهی و نحوه اعمال تیمارها

بذرهای *A. lagopoides* از حواشی رودخانه قندی آباد کاشان جمع‌آوری و در محلول سدیم هیپوکلریت تجاری ۲۰٪ و تریتون x-100 ۱٪ به مدت ۱۰ دقیقه سترون شدند. بذرها پس از ۱۰-۵ بار شستشو با آب مقطر سترون بر روی مش‌های واقع بر محیط‌کشت $^1/_2$MS کشت و دو روز در سردخانه (۴ °C) در تاریکی نگهداری شدند. بعد به گلخانه‌ای با دمای ۲۳±۲°C و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی منتقل شدند. پس از ۲۱ روز دانه‌رست‌های حاصل تحت تیمار ABA ۵۰µM، NaCl ۶۰۰mM، Ca_2SO_4 ۵ mM و تیمارهای توام Ca_2SO_4+ABA، NaCl+ABA و Ca_2SO_4+NaCl قرار گرفتند و در پایان روز دهم دانه‌رست‌های تیمار شده به دو بخش نوشاخه و ریشه تفکیک و در دمای ۷۰°C – نگهداری شدند.

4. Malondialdehyde

Archive of SID

www.SID.ir

بعد میزان پرولین (با استفاده از روش Bates, 1973)، مقدار یون‌های سدیم و پتاسیم توسط دستگاه جذب اتمی Shimadzu AA-670/G V-8 (با استفاده از روش Mohsenzadeh *et al*., 2006)، سنجش غلظت مالون دآلدهید (با روش Stewart & Bewley, 1980) و غلظت کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها (با روش Lichtentaler, 1994) در ریشه‌ها و نوشاخه‌ها اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تمام تیمارها براساس طرح بلوک‌های کاملا تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. میانگین داده‌های حاصل از هر سنجش محاسبه شد و مقایسه بین میانگین‌ها و وجود اختلاف معنی‌دار بین آنها به وسیله تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح P<0.05 توسط نرم‌افزار SPSS version 10 انجام شد. نمودارها به کمک نرم‌افزار Excel 2003 رسم گردیدند.

نتایج

نتایج آماری حاصل از بررسی اثر متقابل تیمارهای مختلف و نوع اندام *A. lagopoides* بر مقدار پرولین، MDA، Na^+, K^+ Na^+/ K^+ اختلاف معنی‌داری را بین میانگین هر یک از این صفات در تیمارهای گوناگون در سطح P<0.01 نشان داد (جدول۱). در حالی که تفاوت بین میانگین‌های کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئیدها در سطح P<0.05 معنی‌دار بود (جدول۲). تجزیه واریانس یک‌طرفه داده‌های حاصل از محاسبه نسبت کلروفیل a/b هیچ تفاوت معنی‌داری را آشکار نساخت (P<۰/۰۵).

جدول۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس دو طرفه اثرهای متقابل اندام و تیمار در رابطه با اندازه‌گیری مقدار Na^+، K^+، K^+/Na^+، پرولین و مالون دی الدئید تحت تیمارهای مختلف، کلروفیل a، کلروفیل b، کاروتنوئیدها، کلروفیل a/b

منابع تغییر	DF	مالون دی الدهید	پرولین	K^+/Na^+	K^+	Na^+
تیمار	۶	۰/۴۹ **	۱۰۷۵ **	۶۱۰۰۳۳۴ **	۴۲۱۵۰۲۴۶۰۰ **	۲۹۷۵۷۲ **
اندام	۱	۱۰/۳۳ **	۱۱۹۳ **	۸۷۹۹ ns	۳۰۹۸۹۶۰۰۱۳ **	۲۹۸۲ **
تیمار*اندام	۶	۰/۹۴ **	۴۲۱۰ **	۱۸۴۸۶۴۶ **	۳۰۹۰۶۴۳۲۸۸ **	۱۲۸۵۷ **
خطا	۲۸	۰/۰۷	۰/۰۱	۵۲۱۴۴	۴۱۸۷۹۹۵	۱۲۱

** و * به‌ترتیب نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح P<0.01 و P<0.05 می‌باشد و ns عدم تفاوت معنی‌دار را بین میانگین‌ها نشان می‌دهد.

جدول۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس یک‌طرفه اثر تیمارهای مختلف بر تغییر محتوای رنگیزه‌ها

منابع تغییر	DF	کلروفیل a/b	کاروتنوئیدها	کلروفیل b	کلروفیل a
بین گروه‌ها	۶	۶/۶۲ ns	۸/۴۴ *	۴۳/۲۷*	۲/۶۹ *
درون گروه‌ها	۱۴	۰/۲	۰/۳۷	۱/۸	۲/۳۶
کل	۲۰				

* نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح P<0.05 و ns عدم تفاوت معنی‌دار را بین میانگین‌ها نشان می‌دهد.

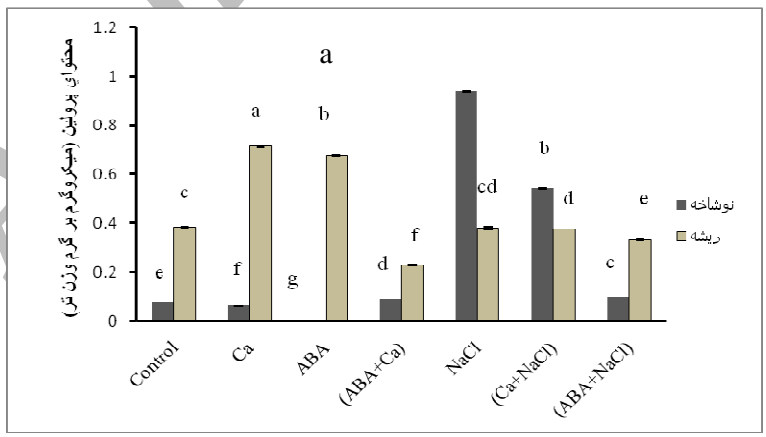
Archive of SID

www.SID.ir

تغییر محتوای پرولین

محتوای پرولین ریشه‌ها در تیمار شاهد (محیط‌کشت $^{1}/_{2}$MS) ۴/۸ برابر نوشاخه‌ها بود. در حضور ۶۰۰mM NaCl افزایش معنی‌داری در میزان انباشتگی پرولین نوشاخه پدید آمد. به طوری که بالاترین میزان پرولین در بین تیمارهای بررسی شده متعلق به نوشاخه گیاهانی بود که در این محیط رشد کرده بودند (۱۱/۸ برابر شاهد). اما محتوای پرولین ریشه‌ها تقریبا ثابت ماند (شکل ۱) که نشان می‌دهد نوشاخه‌ها تحت تنش شوری از انباشتگی پرولین به‌عنوان یک ترکیب تنظیم کننده فشار اسمزی در بافت‌ها استفاده می‌کنند و در ریشه از مکانیسم دیگری بهره گرفته می‌شود. تیمار دانه‌رست‌های ۲۱ روزه با ۵۰µM ABA یا کلسیم ۵ mM باعث افزایش شاخصی در محتوای پرولین ریشه‌ها شد (به ترتیب ۱/۸ و ۱/۹ برابر شاهد). بعکس، افزودن NaCl ۶۰۰mM به محیط‌های فوق منجر به کاهش محتوای پرولین ریشه‌ها تا سطحی نزدیک به نمونه‌های شاهد گردید. با توجه به نتایج به دست آمده در مورد تغییر محتوای مالون دآلدهید و میزان انباشتگی یونهای Na^{+}، به نظر می‌رسد کلسیم و ABA در روشی مشابه موجب فعال شدن یک مسیر علامت‌دهی می‌شوند که در آن هر دو مشارکت داشته و در نهایت از طریق کنترل بیان ژنها باعث القا سنتز و انباشتگی پرولین می‌گردند (Orcutt & Nilsen 2002). اما با افزایش غلظت کلرید سدیم در محیط‌کشت، ریشه‌های این گیاه نیز همانند سایر هالوفیتها با جذب یونهای Na تعادل اسمزی را برقرار می‌نماید و به سنتز پرولین به‌عنوان اسمولیت سازگار کمتر نیاز دارند.

کاربرد تیمارهای مختلف در نوشاخه‌ها اثرهای متفاوتی ایجاد کرد. تیمار توام Ca^{2+}+NaCl محتوای پرولین بافت‌های ریشه را تغییر نداد ولی باعث افزایش قابل ملاحظه‌ای در محتوای پرولین نوشاخه‌ها شد (۶/۸ برابر شاهد) که حاکی از نقش تعدیل کننده یون‌های Ca^{2+} در کنار اثرهای مخرب Na^{+} و Cl^{-} است. کاهش ۱۶/۹ برابری محتوای پرولین نوشاخه در تیمار با ۵۰µM ABA در مقایسه با شاهد نشان می‌دهد که هرچند ABA باعث تحریک سنتز پرولین در ریشه‌ها می‌شود، اما در نوشاخه اثری معکوس دارد و حتی آن را به مقداری کمتر از گیاهان شاهد تقلیل می‌دهد. با افزودن یون‌های Ca^{2+} و ABA به محیط‌های حاوی NaCl محتوای پرولین نوشاخه به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۱).

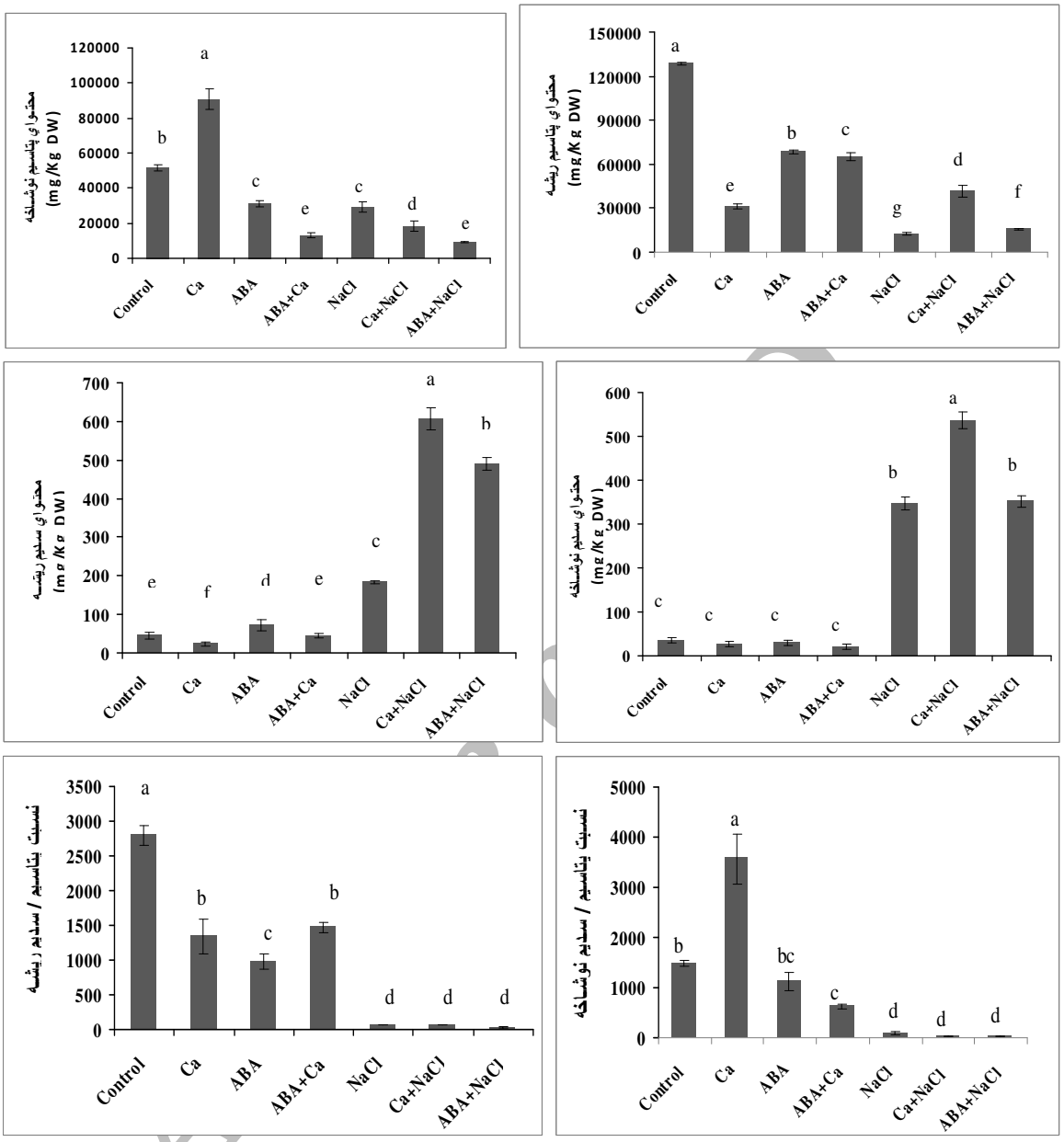


شکل ۱- مقایسه محتوای پرولین ریشه و نوشاخه در *A. lagopoides* تحت تیمارهای ۵ µM ABA، ۶۰۰mM NaCl ، ۵ mM Ca2SO4 ، ABA+Ca2SO4 ، ABA+NaCl و NaCl+Ca2SO4.

حروف مشابه در هر اندام نشانه عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح $P<0.05$ می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- مقایسه محتوای سدیم، پتاسیم و نسبت +K+/Na در ریشه و نوشاخه *A. lagopoides* تحت تیمارهای ABA µM ۵، ۶۰۰mM NaCl ، ۵mM Ca2SO4 ، ABA+Ca2SO4 ، ABA+NaCl و NaCl+Ca2SO4.

حروف مشابه در هر اندام نشانه عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح $P<0.05$ می‌باشد.

تغییرمحتوای K^+ و Na^+ و نسبت K^+/Na^+

در شرایط طبیعی، بیشترین مقدار K^+ در بافت‌های ریشه گیاهان شاهد (۱۲۸/۶ mg/g DW) دیده شد. محتوای K^+ نوشاخه در همین شرایط حدود ۴۰/۳ برابر کمتر از ریشه بود. کاربرد تیمارها منجر به کاهش معنی‌دار محتوای پتاسیم ریشه‌ها شد. کمترین کاهش متعلق به تیمار

www.SID.ir

ABA (تقریبا نصف محتوای K^+ در گیاهان شاهد) بود. این تیمار روی میزان انباشتگی K^+ نوشاخه نیز اثری منفی داشت و باعث کاهش ۶۰٪ آن می‌شد. افزودن Ca_2SO_4 به محیط‌کشت به رغم کاهش جذب K^+ توسط ریشه‌ها غلظت آن‌را در نوشاخه نزدیک به دو برابر کرد (mg/ g DW ۳۱/۵ mg در ریشه و۹۱ mg/g DW در نوشاخه). حضور Ca^{2+} و ABA درنوشاخه اثری مستقل از یکدیگر داشتند به طوری که حضور Ca^{2+} محتوای K^+ را به طور قابل توجهی در نوشاخه بالا برد اما ABA باعث کاهش محسوس آن شد. برعکس تیمار توام Ca^{2+}+ABA از ترافرستی K^+ به نوشاخه جلوگیری کرد. به نظر می‌رسد که کاربرد ABA و Ca^{2+} به تنهایی و اثرهای توام آنها با شوری از طریق بستن روزنه‌ها سطح جذب K^+ را در نوشاخه‌ها کاهش می‌دهند.

محتوای K^+ ریشه و نوشاخه گیاهان *A. lagopoides* تیمار شده با غلظت بالای کلرید سدیم در نتیجه رقابت بین جذب K^+ و Na^+ در ریشه‌ها تفاوت‌های معنی‌داری را در سطح $P<0.05$ نشان دادند. از طرف دیگر تحت تیمار شوری، میزان جذب و ترابری یون‌های Na^+ به بافت‌های نوشاخه به‌طور شاخصی افزوده شد. بیشترین افزایش محتوای Na^+ تحت تیمارهای Ca+NaCl ، NaCl+ABA و ۶۰۰mM NaCl به ترتیب در نوشاخه به میزان ۱۵/۳، ۱۰/۱ و ۹/۹ برابر شاهد و در ریشه به ترتیب ۱۳/۲، ۱۰/۷ و ۴ برابر شاهد بود (شکل ۲). در تیمار ۶۰۰mM NaCl نیز کاهش شدید محتوای Na^+ در ریشه‌ها و افزایش چند برابری آن در ساقه مشاهده شد. در حالی که ABA و Ca^{2+} به تنهایی، احتمالا با بستن روزنه‌ها میزان جذب Na^+ ریشه را کاهش دادند ولی همراه با NaCl از طریق افزایش تنفس نمکی جذب و ترابری Na^+ به نوشاخه به منظور تعدیل اسمزی زیاد شد و با انباشتگی این ترکیب در واکوئل، سلول‌های مزوفیلی و ریشه محتوای نمک را در بافت اول زیاد و در ریشه به سطحی نزدیک به شرایط طبیعی باز گرداند.

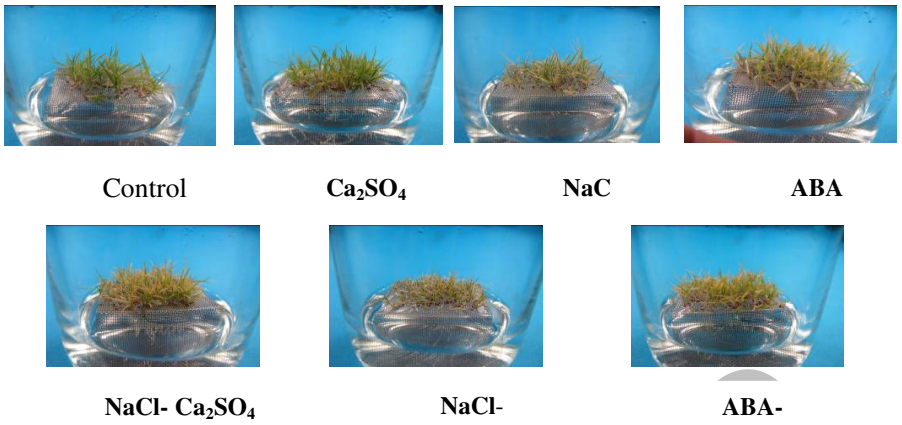
صرف نظر از مقدار مطلق یون‌های K^+ و Na^+ ، تنظیم نسبت این دو یون در شرایط مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در نوشاخه بیشترین و تنها افزایش نسبت K^+/Na^+ به میزان ۲/۴ برابر شاهد فقط درتیمار Ca^{2+} ۵mM مشاهده شد (شکل ۲). کاهش قابل توجه نسبت K^+/Na^+ نوشاخه و ریشه *A. lagopoides* در تیمارهای ABA+NaCl، Ca+NaCl، ۶۰۰mM NaCl رخ داد، این مقدار به ترتیب در نوشاخه حدود ۵۶/۹، ۴۳/۸ و ۱۸/۶ و در ریشه‌ها به ترتیب حدود ۸۷/۱، ۴۰/۵ و ۴۱/۳ برابر کمتر از شاهد بود (شکل ۲). مهمترین عامل اصلی کاهش نسبت K^+/Na^+ در همه این تیمارها، هم در نوشاخه و هم در ریشه، حضور ۶۰۰mM NaCl می‌باشد.

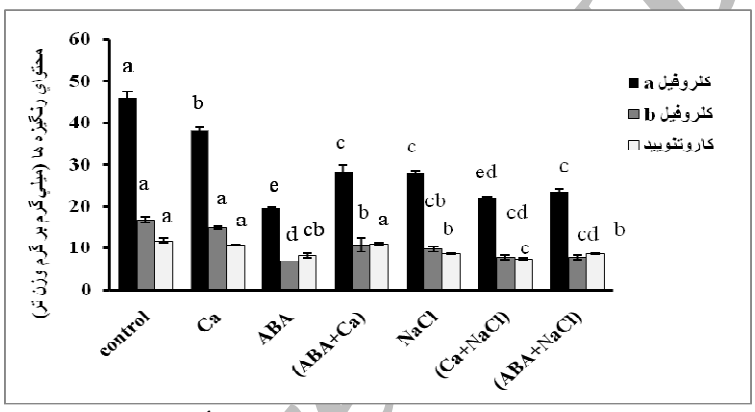
تغییر محتوای کلروفیل و کاروتنوئیدها

مقدار کلروفیل a و b گیاهچه‌های *A. lagopoides* تحت تیمار ۵۰µM ABA نسبت به محتوای کلروفیل گیاهان شاهد بیش از دو برابر کاهش داشت (شکل ۳). افزودن ۵mM Ca^{2+} به محیط‌های کشت حاوی µM ۵۰ ABA اثر منفی این هورمون را در رابطه با کاهش محتوای کلروفیل کمتر کرد. به نظر می‌رسد اثر ABA بر محتوای کلروفیل و کاروتنوئید از طریق مسیری وابسته به Ca^{2+} اعمال می‌شود. زیرا تحت تیمارCa^{2+} نیز کاهش محتوای کلروفیل و کاروتنوئید البته به میزانی کمتر مشاهده گردید.

Archive of SID

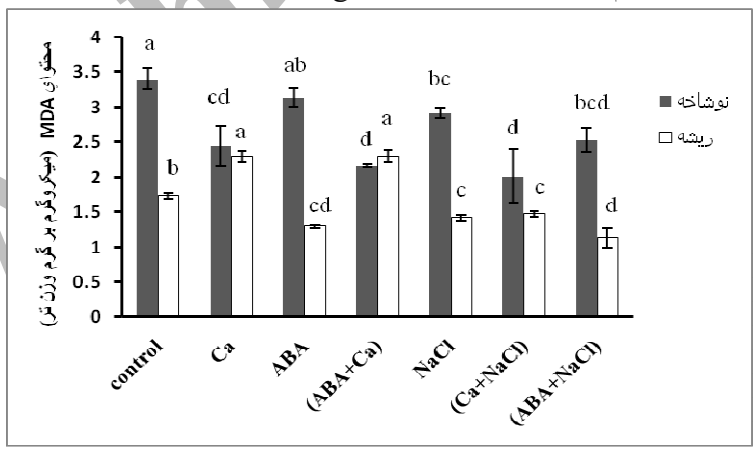
www.SID.ir





شکل ۳- مقایسه محتوای رنگیزه‌ها و فنوتیپ برگ‌های *A. lagopoides* تحت تأثیر تیمارهای مختلف ABA ۵ µM، NaCl ۶۰۰mM، ۵mM Ca2SO4، ABA+Ca2SO4، ABA+NaCl و NaCl+Ca2SO4.

حروف مشابه در مورد هر ترکیب نشانه عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح P<0.05 می‌باشد.



شکل۴- مقایسه محتوای MDA در ریشه و نوشاخه *A. lagopoides* تحت تیمارهای ABA ۵ µM، NaCl ۶۰۰mM، mM ۵Ca2SO4، ABA+Ca2SO4، ABA +NaCl و NaCl+Ca2SO4.

حروف مشابه در هر اندام نشانه عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح P<0.05 می‌باشد.

www.SID.ir

مقایسه تغییر میزان کاروتنوئید برگ‌ها طی تیمارهای مختلف آشکار ساخت که حداکثر مقدار کاروتنوئید در گیاهان شاهد (۱۱/۸۲mg/g FW) و گیاهان تحت تیمار توأم $ABA+Ca^{2+}$ (۱۰/۸۷mg/g FW) مشاهده می‌شود. حضور $5mM\ Ca^{2+}$ محتوای کاروتنوئیدی برگ را در حدی نزدیک به شاهد حفظ کرد و حتی وقتی این یون همراه با $50\mu M$ ABA مصرف شد اثر منفی این هورمون را بر روی کاهش کاروتنوئیدها خنثی کرد. چهار تیمار دیگر اثرهای مشابه بر روی کاهش تراز کاروتنوئیدها داشتند و مقدار کاروتنوئید بین ۷/۳۱ تا ۱۱/۸۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر تغییر کرد (شکل ۳).

تغییر محتوای مالون دآلدهید

پراکسیداسیون لیپیدها در ریشه گیاهان شاهد *A. lagopoides* با توجه به مقدار مالون دآلدهید بسیار کمتر از نوشاخه اتفاق افتاد (۱/۷۴μM/gFW در ریشه و ۳/۴μM/gFW در نوشاخه). وجود رنگیزه‌های کلروفیلی در برگ‌ها می‌تواند در رابطه با افزایش پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی نوشاخه موثر باشد. در حضور ABA $50\mu M$ میزان پراکسیداسیون به طور محسوسی هم در نوشاخه (۲/۳ برابر شاهد) و هم در ریشه (۱/۳ برابر شاهد) کاهش پیدا کرد (شکل ۴). تیمار کلسیم در ریشه و نوشاخه اثرهایی کاملاً متفاوت به جا گذاشت. کاربرد غلظت $5mM\ Ca^{2+}$ افزایش چشم‌گیری در محتوای MDA ریشه ایجاد کرد (۱/۳ برابر شاهد)، در حالی که در تمام تیمارهایی که Ca^{2+} حضور داشت از مقدار پراکسیداسیون لیپیدها در نوشاخه کاسته می‌شد (شکل ۴). افزودن ABA $50\mu M$ به محیط دارای $5mM\ Ca^{2+}$ در بهبود اثرهای مخرب رادیکال‌های آزاد تولیدشده در ریشه نقشی نداشته و تفاوت محسوسی بین میانگین محتوای MDA دو تیمارفوق دیده نشد.

به نظر می‌رسد حضور $600mM$ NaCl در محیط‌کشت گیاه *A. lagopoides* پراکسیداسیون لیپیدها را افزایش نمی‌دهد. این امر ممکن است به علت القاء مکانسیم‌های دفاعی این گونه مقاوم به شوری در برابر تولید رادیکال‌های آزاد باشد که از طریق آزادسازی ABA و Ca^{2+} اعمال می‌گردد. همچنانکه در شکل ۴ مشاهده می‌شود تیمار توام ABA یا Ca^{2+} به همراه NaCl محتوای MDA بافت‌های ریشه و ساقه این گیاه را نسبت به گیاهان شاهد و گیاهان تحت تنش شوری کم کرده است.

بحث

تنش شوری در *A. lagopoides* می‌تواند باعث تحریک تجمع ABA شود. تیمار ABA $50\mu M$ به مدت ۱۰ روز احتمالا از طریق القاء بستن روزنه‌ها موجب کاهش فتوسنتز و تحریک بیوسنتز یک سری آنزیم‌های هیدرولازی از جمله کلروفیلاز شده و اثری شبیه به تاریکی را تقلید می‌کند که منجر به کاهش میزان انباشتگی کلروفیل‌ها می‌شود. این نتایج با گزارش‌های Parida و همکاران (۲۰۰۴ و ۲۰۰۵) مطابقت دارد. آنها نشان دادند که کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها در برگ‌های تحت تنش شوری معمولا کاهش پیدا می‌کنند و در برگ‌های پیر باعث زردی و در نهایت افتادن آنها می‌شود. کاهش محتوای Ca^{2+} و Mg^{2+} در برگ‌ها که تحت تأثیر تجمع نمک اتفاق می‌افتد به‌ترتیب موجب افزایش پایداری غشا و کاهش محتوای کلروفیل می‌شوند. Aktas و همکاران (2007) نیز گزارش کردند که محتوای کلروفیل کل و کاروتنوئید برگ نمونه‌های شاهد *Laurus nobilis* به

Archive of SID

www.SID.ir

میزان قابل توجهی بالاتر از نمونه‌های تیمار شده باABA ۱۰۰µM بود. طی بررسی تأثیر تنش کمبود آب بر روی میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی دو گونه اسپرس (*Onobrychis radiata* و *Onobrychis viciifolia*) نشان داده شد که در شرایط تنش، هر چند از میزان کلروفیل و کاروتنوئید کل هر دو گونه کاسته شد اما مقدار گزانتوفیل و نسبت کاروتنوئید به کلروفیل آنها افزایش یافت (Ramak *et al.*, 2006).

همچنین تحت تیمار شوری نسبت K^+/Na^+ در ریشه و نوشاخه این گیاه مرتعی به دلیل افزایش جذب Na^+ و رقابت آن با جذب K^+ کاسته شد. جذب Na^+ تحت تنش شوری به میزان زیادی با جذب سایر عناصر غذایی مخصوصاً K^+ تداخل می‌کند و موجب کاهش K^+ می‌شود. در *Vicia faba* شوری سبب افزایش محتوای Na^+ و Cl^- و کاهش نسبت K^+/Na^+ می‌شود (Gadallah, 1999). در برنج تجمع K^+ تحت تنش شوری و پاسخ به تیمار Ca^{2+} تا حد زیادی به نوع بافت گیاه وابسته است، با افزایش غلظت NaCl محتوای K^+ در بافت ریشه کاهش پیدا کرد. در حالی که این کاهش در نوشاخه در محیط بدون مکمل کلسیم بسیار پایین بود (Hussain Shah *et al.*, 2001). انتقال و تجمع K^+ در ریشه گیاهان عالی توسط ABA تنظیم می‌شود. گزارش‌ها نشان می‌دهد که ABA فعالیت کانال‌های پتاسیمی را در ریشه‌های ذرت و آرابیدوپسیس تنظیم می‌کند (Roberts 1998).

عامل AtHKT1[5] ناقل Na^+ با میل ترکیبی پایین است که تحت تنش شوری در جذب Na^+ به سلول‌های ریشه نقش دارد. Ca^{2+} از یک طرف از طریق القاء تشکیل کمپلکس (SOS2-SOS3) و با فعال کردن SOS1 موجبات خروج Na^+ را فراهم می‌کند. در گیاهان مقاوم با فروتنظیمی بیان ژن HKT1[6] یا غیرفعال کردن پروتئین HKT1 تحت تنش شوری از ورود Na^+ جلوگیری می‌شود (Mahajan & Toteja, 2005). در حضور Ca^{2+} نسبت K^+/Na^+ افزایش پیدا می‌کند و در نتیجه انتخاب پذیری بالای K^+/Na^+، اثرهای سمی NaCl کاهش می‌یابد (Kavi Kishor *et al.*, 2005, Hussain Shah, *et al.*, 2003, Cramer 1985). بارزترین اثر شوری در گیاهان کاهش رشد و تولید محصول می‌باشد ولی با اضافه کردن کلسیم به محیط رشد، به دلیل تعدیل فشار اسمزی مرتبط با تنش شوری اثرهای مخرب نمک احتمالاً از طریق تخفیف اثرهای سمی یون‌های سدیم کاهش داده می‌شود (Yarnia *et al.*, 2002).

بر اثر تنش اسمزی، محتوای پرولین در نوشاخه این گیاه افزایش و میزان MDA در ریشه و نوشاخه کاهش یافت، با اضافه کردن Ca^{2+} به محیط دارای NaCl، از ترابری Na^+ از ریشه به نوشاخه‌ها جلوگیری شد، بنابراین تنش وارده بر روی نوشاخه و میزان پرولین و MDA آن در مقایسه با گیاهان تحت تیمار NaCl کاهش نشان داد. بدون افزودن Ca^{2+} بیشتر یونهای Na^+ به نوشاخه فرستاده می‌شوند و بافت نوشاخه تحت تنش اسمزی بالایی قرار می‌گیرد. همچنین ABA موجب افزایش Ca^{2+} سیتوزولی می‌شود و کانال‌های یونی را در سلولهای محافظ روزنه هم در مسیر وابسته به Ca^{2+} و هم در مسیر غیر وابسته به Ca^{2+} تنظیم می‌نماید (Parida & Das 2005). افزایش تجمع Na^+ در ریشه تحت تیمار Ca^{2+} تنشی را بر گیاه

5 *Arabidopsis thaliana* H^+ Kalium Transporter 1

6 H+ kalium transporter 1

Archive of SID

www.SID.ir

اعمال می‌کند که با افزایش محتوای پرولین و MDA همراه می‌گردد. در تیمار ABA نیز محتوای پرولین در ریشه‌ها افزایش یافت ولی میزان MDA به علت اثری که ABA روی فعال‌سازی آنزیم‌های آنتی اکسیدانی دارد، کاهش یافت. تیمار ABA محتوای کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها را نیز به میزان قابل توجهی کاهش داد که این اثر احتمالاً وابسته به Ca^{2+} است، زیرا همین کاهش تحت تیمار Ca^{2+} نیز به میزانی کمتر رخ داد. تجمع پرولین در گیاهان طی سازگاری به تنش‌های محیطی مثل شوری، خشکی و دمای بالا گزارش شده است (Oncel *et al.*, 2000). نتایج حاصل از اندازه‌گیری پرولین در *A. lagopoides* با نتایج Hussain Shah و همکاران (2001) مطابقت دارد. آنها نشان دادند که تیمار Ca^{2+} ۵mM در شرایط شوری تجمع پرولین را در سلول‌ها افزایش می‌دهد.

بطور معمول ترافرستی پرولین تحت استرس شوری افزایش پیدا می‌کند. غلظت بالای پرولین در شیره آوند آبکش گیاهان یونجه تحت تنش خشکی گزارش شده است که عنوان می‌کند که بخش اعظم بیوسنتز پرولین در شرایط تنش‌زا در ریشه انجام می‌شود ولی بیشتر آن به بافت نوشاخه ترافرستی می‌شود (Kavi Kishor *et al.*, 2005). چون ریشه‌های این گیاه هالوفیت به سرعت به شرایط شوری سازگاری نشان می‌دهد محتوای پرولین آن در مقایسه با گیاهان تحت تیمار Ca^{2+} کاهش مشخصی پیدا می‌کند. اما محتوای پرولین نوشاخه در مقایسه با تیمار Ca^{2+} افزایش نشان داد. تیمار ABA می‌تواند باعث افزایش سطح پرولین در مقایسه با کنترل شود (Nieves *et al.*, 2001). گاهی نیز کاربرد غلظت بالای ABA به جای تحریک بیوسنتز پرولین ممکن است باعث فعال شدن مسیرهای علامت‌دهی در رابطه با تجزیه پرولین شود که حالت دوم مشابه نتایج حاصل از کاربرد ABA روی محتوای ساقه *A. lagopoides* در پژوهش حاضر می‌باشد . ABA از طریق تغییر سطوح کلسیم سیتوسلی و pH علامت‌دهی را شروع می‌کند. شواهد تجربی نشان می‌دهند که در برنج تحت تنش، ABA باعث افزایش جذب کلسیم می‌شود (Chen *et al.*, 2001). مقادیر اسمولیت‌های سازگار همانند میزان K^+ در گیاه *A. lagopoides* اغلب در ریشه کمتر از نوشاخه است (Gorham *et al.*, 1990).

تغییر محتوای MDA نشان‌دهنده میزان پراکسیداسیون لیپیدها و آسیب غشاهای سلولی است که تحت تأثیر تنش‌های محیطی افزایش پیدا می‌کند. پراکسیداسیون لیپیدها باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در ارقام مقاوم به شوری می‌شود و تحمل تنش اکسیداتیو را افزایش و مقدار MDA را کاهش می‌دهد (Esfandiari *et al.*, 2007). Gong و همکاران (1997) متوجه شدند که ABA و Ca^{2+} فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را افزایش و اکسیداسیون لیپیدهای غشای سلولی را کاهش می‌دهد. در برگ دانه‌رست‌های *Laurus nobilis* L. بالاترین فعالیت سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز در تیمار ABA و بالاترین فعالیت پراکسیداز در برگ‌های تحت تیمار توام پرولین و ABA مشاهده شد (Aktas *et al.*, 2007). تنشهای غیرزیستی از جمله تنش‌های شوری، تجمع ROS را القاء می‌کنند که در غلظت بالا از طریق آسیب اکسیداتیو در لیپیدهای غشایی ، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک به سلول‌ها آسیب می‌رسانند (Chinnusamy *et al.*, 2005). پاسخ گیاهان به تنش اکسیداتیو وابسته به نوع گونه گیاهیست. در برگ‌های جو غلظت MDA تحت

Archive of SID

www.SID.ir

تنش شوری کاهش پیدا کرد (Liang, 1999) امّا در رقم الوند گندم (حساس به شوری) با افزایش سطح شوری محتوای MDA افزایش و در رقم سرداری (مقاوم) این مقدار ثابت ماند. افزایش محتوای MDA در سطوح شوری بالاتر به دلیل فعالیت پایین SOD و GR یا CAT گزارش شده است (Esfandiari *et al*., 2007).

سپاسگزاری

هزینه‌های اجرای این تحقیق از محل طرح شماره ۲۷۱ پژوهشگاه ملی مهندسی ژنتیک و زیست‌فناوری تأمین شده است که بدین‌وسیله تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین از معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه الزهرا که ما را در تحقیقات یاری نمودند نیز قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده:

–Aktas, L.Y., Turkyilmaz, B., Akca, H., and Parlak, S. 2007. role of abscisic acid and proline treatment on induction of antioxidant enzyme activity and drought tolerance responses of *Laurus nobilis L.* seedlings. Fen Bilimleri Dergisi. 28: 14-25.

–Ashraf, M., and Harris, P.J.C. 2004 Potential biochemical indicators of salt tolerance in plants. Plant Sci. 166: 3–16.

–Barhoumi, Z., Djebali, W., Smaoui, A., Chaibi, W., and Abdelly, C. 2007. Contribution of NaCl excretion to salt resistance of *Aeluropus Littoralis* (Willd) parl. Plant Physiol. 164: 842-850.

–Bates, L.S. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil. 39: 205-207.

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

–Chinnusamy, V., Jagendorf, A., and Zhu, J.K. 2005. understanding and improving salt tolerance in plants. Crop Sci. 45: 437-448.

–Cramer, G.R., Läuchli, A., and Polito, V.S. 1985. Displacement of Ca^{2+} by Na^{+} from the plasmalemma of root cells. A primary response to salt stress? Plant Physiol. 79: 207-211.

–EL-Shintinawy, F. 2000. Photosynthesis in two wheat cultivars differing in salt susceptibility. Photosynthetica. 38 : 615-620.

–Esfandiari, E., Shekari, F., Shekari, F., and Esfandiari, M. 2007. The effect of salt stress on antioxidant enzymes activity and lipid peroxidation on the Wheat seedling. Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj. 35 : 48-55.

–Flowers, T.J. and Lauchli, A. 1983. Sodium versus potassium: substitution and compartmentation. In Lauchli A, Pirson A, eds. Encyclopedia of Plant Physiology 158. Inorganic plant nutrition. Berlin: Springer, 651-681.

–Gadallah, M.A.A. 1999. Effects of proline and glycinebetaine on *Vicia faba* response to salt stress. Biol. Plant. 42: 249–257.

–Gong, M., Chen, S.N., Song, Y.O., and Li, Z.G. 1997. Effect of calcium and calmodulin on intrinsic heat tolerance in relation to antioxidant systems in maize seedlings. Aust. J. Plant Physiol. 24: 371-379.

–Gorham, J., Wyn Jones, R.G., and Bristol A. 1990. Partial characterization of the trait for enhanced K+-Na+ discrimination in the D genome of wheat. Planta. 180:590–597.

–Hussain Shah, S., Tobita, S., and Shono, M. 2001. Supplemental calcium regulates proline accumulation in NaCl-stressed suspension cultures of *Oryza sativa* L. At the level of mRNA translation. Biological Sci. 4 : 707-710.

–Hussain Shah, S., Tobita, S., and Swati, Z.A. 2003. supplemental calcium enhances growth and elicits proline accumulation in NaCl-stressed rice roots. Biological Sci. 3: 903-914.

–Kavi Kishor, P.B., Sangam, S., Amrutha, R.N., Sri Laxmi, P., Naidu, K.R., Rao, K.R.S.S., Roa, S., Reddy, K.J., Theriappan, P., and Sreenivasulu, N. 2005. Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: Its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. Curr. Sci. 88: 424-438.

–Kemble, A.R., and Mac Pherson, H.T. 1954. Liberation of amino acids in perennial rye grass during wilting. Biochem. J., 58:46–54.

–Liang, Y.C. 1999. Effects of silicon on enzyme activity and sodium, potassium and calcium concentration in barley under salt stress. Plant Soil. 209: 217–224.

–Lichtentaler, H.K. 1994. Chlorophyll and carotenoids pigments of photosynthetic biomembranes. Method Enzymol. 148: 350-382.

–Maggio, A., Reddy, M.P., and Joly, R.J. 2000. Leaf gas exchange and solute accumulation in the

Archive of SID

www.SID.ir

–Ramak, P., Khavarinezhad, R.A., Heydari Sharifabad, H., Rafiei, M., Khademi, K. 2006. The effect of water stress on dry weight and photosynthetic pigments in two sainfolin species. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 14: 80-91.

–Roberts, S.K. 1998. Regulation of K^+ channel in maize root by water stress and abscisic acid. Plant Physiol. 116: 145-153.

–Rout, N.P., and Shaw, B.P. 1998. Salt tolerance in aquatic macrophytes: probable role of proline, the enzymes involved in its synthesis and C4 type of metabolism. Plant Sci. 136:121–130.

–Stewart, R.R.C., and Bewley, J.D. 1980, Lipid peroxidation associated aging of soybean axes, Plant Physiol. 65: 245-248.

–Wei, Y., Guangmin, X., Daying, Z., and Huimin, C. 2001. Transfer of salt tolerance from *Aeluropus littoralis* sinensis to wheat (*Triticum aestivum* L.) via asymmetric somatic hybridization. Plant Sci. 161: 259-266.

–Yarnia, M., Heydari Sharifabad, H., Rahimzadeh, Khouei, F. 2002. Effects of $CaCO_3$ on alfalfa salinity tolerance. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 10: 37-55.

halophyte Salvadora persica grown at moderate salt. Environ. Exp. Bot. 44:31–38.

–Mahajan, S., and Toteja, N. 2005. Cold, Salinity and drought stresses: An overview. Biochem. Biophys. 444: 139-158.

–Mohsenzadeh, S., Malboobi, M.A., Razavi, K., and Farrahi-Aschtiani, S. 2006. Physiological and molecular responses of *Aeluropus Lagopoides* (Poacae) to water deficit. Environ. Exp. Bot. 56: 314-322.

–Munns, R., and Tester, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Plant Biol. 59: 651-681.

–Nieves, N., Martinez, M-E., Castillo, R., Blanco, M-A., and Gonzalez-Olmedo, J.L. 2001. Effect of abscisic acid and jasmonic acid on partial desiccation of encapsulated somatic embryos of sugarcane. Plant Cell Tissue Org. Cult. 65: 15-20.

–Oncel, I., Keles, Y., and Ustun, A.S. 2000. Interactive effects of temperature and heavy metal stress on the growth and some biochemical compounds in Wheat seedlings. Environp. Pollut. 107: 315-320.

–Orcutt, D.M. and Nilsen E.T. 2002. The physiology of plants under stress, Soil and Biotic Factors. John Wiley and Sons, Ink., Toronto, Canada, pp: 177-235.

–Parida, A.K., and Das, A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicol. Environ. Safety. 60: 324-349.

–Parida, A.K., Das, A.B., and Mittra, B. 2004. Effects of salt on growth, ion accumulation photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove, Bruguiera parviflora. Trees-Struct. Funct. 18: 167–174.

Archive of SID

www.SID.ir

Effects of ABA and Ca on the changes of some biochemical compounds during adaptation to salinity in *Aeluropus lagopoides*

M. Jannesar[1], A. Saboora[2*] and K. Razavi[3]

1 - M.Sc., Department of Biology, Faculty of Science, Alzahra University, Tehran, I.R.Iran
2*- Corresponding Author, Assis. Prof., of Biology, Faculty of Science, Alzahra University, Tehran, I.R.Iran.
E-Mail: azrasaboora1034@gmail.com
3 - Assis. Prof., National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology, pajoohesh blv.,Tehran, I.R.Iran

Received: 20.01.2009 Accepted: 14.07.2009

Abstract

Salinity has different effects on crops and limits their productivity. Halophytes tolerate high salt conditions. .*Aeluropus lagopoides* is a stoloniferous, prennial halophytic grass from poacea family. Although it usually grows in high salinity conditions but its growth is normally without any symptoms of salt stress. In this study, seeds were cultured on mesh in hydroponic medium supplemented by ½MS medium. After 21d, seedling were treated by NaCl (600 mM), ABA (50 µM), Ca_2SO_4 (5mM), (NaCl+Ca_2SO_4), (NaCl+ABA) and (Ca_2SO_4 +ABA) and then several biochemical compounds were measured in shoots and roots of *Aeluropus lagopide*. Results showed that ABA treatment reduced pigments content lower than other treatments. In addition, ABA decreased K^+/Na^+ rate and MDA content in the roots and caused accumulation of proline. Although Ca^{2+} elevated K^+/Na^+ rate in the shoots and decreased it in the roots, but the effects of Ca^{2+} on the changes of the proline and MDA content in shoots were in contrast to them in roots. Under salt stress, K^+/Na^+ rate decreased in shoots and roots and increased proline content only in shoots. It seems that ABA has not significant effects on ionic adjustment and MDA content of shoots. On the other hand, Ca^{2+} reduced shoot stress in *A.Lagopoides* by increasing K^+/Na^+ rate. Also, results indicated that the species has the advantage of accumulation of proline in shoot and Na in root for osmotic adjustment during salinity stress as this caused a decrease in MDA content both in shoots and roots.

Key Words: Salt stress, *Aeluropus lagopoides*, ABA, MDA, NaCl, Ca_2SO_4.

Archive of SID

www.SID.ir