تاثیر تنش شوری بر میزان تجمع آنتوسیانین، پرولین و گلیسین بتائین در ارقام تجاری پنبه (*Gossypium hirsutum* L.)

*سیدجلال میرقاسمی[۱]، محمدعلی رضایی[۱]، عمران عالیشاه[۲]، معصومه شابدین[۳]

۱. دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان
۲. عضو هیات علمی موسسه تحقیقات پنبه کشور، گرگان
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد علوم گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان

چکیده

به منظور بررسی اثرات شوری خاک بر خصوصیات فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌های پنبه، این آزمایش در سال ۱۳۸٦ به صورت گلدانی در شرایط فیتوترون، به شکل فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. ارقام شامل ساحل، سای‌اکرا و N200 و شوری به عنوان فاکتور دوم با چهار سطح شامل ۰/٦، ۷/٦، ۱۵/۲ و ۲۹/۹ دسی‌زیمنس بر متربوده است. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر شوری بر آنتوسیانین، پرولین و گلیسین بتائین در سطح آماری یک درصد، معنی‌دار بود. در بین ارقام از نظر میزان پرولین و گلیسین بتائین اختلاف معنی‌داری درسطح پنج درصد وجود داشت و در عین حال اختلاف قابل ملاحظه‌ای ازنظر مقدارآنتوسیانین مشاهده نشد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم N200 از نظر گلیسین بتائین بیشترین مقدار را داشت. مقایسه میانگین صفات در سطوح شوری نشان می‌دهد که با افزایش شوری، میزان آنتوسیانین، پرولین و گلیسین بتائین افزایش می‌یابد. بر اساس نتایج، مقایسه میانگین صفات مختلف پنبه در سطح شوری ۲۹/۹ دسی‌زیمنس بر متر، افزایش در مقدار آنتوسیانین، پرولین و گلیسین بتائین دیده شد.

کلمات کلیدی: آنتوسیانین، پرولین، پنبه، شوری، گلیسین بتائین

مقدمه

بر اساس برآورد سازمان محیط زیست ایالات متحده امریکا حدود ۲۰ درصد از زمین‌های کشاورزی جهان تحت تنش شوری قرار دارند و شوری خاک محدودیت بزرگی برای استفاده از زمین های قابل کشت محسوب می شود (Flower & Yeo, 1995).

مشکل شوری توسط یک نوع نمک یا از ترکیب چند نوع نمک ایجاد می‌شود. مهمترین آنها شامل $MgCl_2$, $NaCl_2$, KCl, Na_2SO_4 می‌باشد، اکثر کارهای اصلاحی بر NaCl به عنوان یک نمک عمومی‌تر انجام شده است. کاهش رشد گیاه، در نتیجه شوری اغلب به سه مکانیسم فیزیولوژیکی نسبت داده می‌شود که شامل کاهش فشار تورژسانس سلولی، کاهش فعالیت فتوسنتزی و اثر منفی یون های نمک روی مسیرهای متابولیکی می‌با شد (Jamil et al., 2005).

*e.mail: sj_mirgasemi @yahoo.com

پرولین به طور گسترده در گیاهان عالی در مقادیر بالاتری نسبت به اسیدهای آمینه دیگر در گیاهانی که تنش شوری دیده‌اند، تجمع پیدا می‌کند. تجمع پرولین یکی از ویژگی‌های عمومی در بسیاری از تک لپه‌ای‌ها در شرایط شوری بالا است. گرچه استثنائاً دانه‌رست‌های جو تحت تنش نمک، تجمع پرولین مؤثری ندارند (Hellmann et al., 2000).

تجمع پرولین در پاسخ به کمبود آب هم مانند شوری اتفاق می‌افتد. بنابراین سنتز پرولین یک پاسخ غیراختصاصی به پتانسیل آبی کم در محیط رشد است. پرولین تجمع نیتروژن قابل استفاده را هم تنظیم می‌کند و از نظر اسموتیکی بسیار فعال است. در پایداری غشاء شرکت می‌کند اثر شوری را از نظر آشفتگی غشاء کم می‌کند و حتی در سطوح بالا، پرولین فعالیت آنزیمی را مهار نمی‌کند (Xing & Rajashekar, 2001).

گیاهان تحت تنش شوری از دو عامل تنش اسمزی و اثرات اختصاصی یون‌ها تاثیر می‌پذیرند. بنابراین تنش شوری از طریق القای اسمزی می‌تواند موجب القای تجمع آنتوسیانین‌ها گردد. تجمع آنتوسیانین‌ها در ریشه‌های ذرت (Kaliamoorty & Rao, 1994)، برگ‌های توت (Ramanjulu et al., 1993) قسمت تحتانی ساقه گیاهچه‌های کازوارینا، آرابیدوپسیس (Mita et al., 1997) و عشقه (Murray, 1994) گزارش شده است. گونه‌های متعلق به تیره پوآسه و هالوفیت که بسیار مقاوم به شوری هستند. مقدار زیادی گلیسین بتائین در خود انباشته می‌کنند. گونه‌های حساس مقدار پائین‌تری از این مواد دارند و یا فاقد گلیسین بتائین هستند (Sairam & Tyagi, 2004). تنش شوری باعث القاء هر دو آنزیم تولید کننده گلیسین بتائین می‌شود میزان گلیسین بتائین در جو و ذرت در بردباری به شوری افزایش می‌یابد، مخصوصاً در جو، مطالعه نشان داده است که با وجود این ماده توانایی گیاه جو در برابر شوری، بیشتر است. گیاه برنج ترانس ژنیک نیز در بیان بتائین آلدئید دهیدروژناز سطوح بالایی از بتائین آلدئید را نشان می‌دهد، افزایش گلیسین ـ بتائین در گیاهان ترانس‌ژنیک موجب مقاومت گیاه در برابر تنش شوری و خشکی می‌شود (Edmistem, 1998).

به طور کلی هدف از این بررسی، مقایسه تحمل و واکنش ارقام از نظر جوانه‌زنی و رشد در سطوح مختلف شوری و همچنین اندازه‌گیری و مطالعه ترکیبات فیزیولوژیکی تولید شده می‌باشد. در این راستا اثر تنش شوری بر غلظت ترکیبات مختلفی مانند پرولین، گلیسین بتائین و آنتوسیانین مورد بررسی قرار می‌گیرد تا از این طریق بتوان با شناخت فیزیولوژیکی، مکانیزمی برای مقاومت گیاه پنبه به تنش شوری یافت و بتوان با شناخت بیشتر در باره ارقام به افزایش عملکرد در اراضی شور و استفاده از آنها در برنامه‌های اصلاحی و دستیابی به حداکثر استفاده از اراضی شور اقدام نمود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات شوری بر گیاه پنبه (*Gossypium hirsutum* L.)، در پاییز ۱۳۸۵، نمونه‌هایی از خاک ایستگاه کشاورزی روستای هاشم‌آباد تهیه و هدایت الکتریکی (EC) آنها اندازه‌گیری شد. طی آزمایشات متعدد با اضافه کردن کلرور سدیم (نمک) به آنها، چهار نمونه خاک با شوری‌های (هدایت الکتریکی ۰/٦، ۷/٦، ۱۵/۲ و ۲۹/۹ دسی زیمنس بر متر) برای انجام آزمون‌های موردنظر تهیه گردید. عصاره اشباع خاک با استفاده از روش احیایی و بهبهانی‌زاده (۱۳۷۲)، pH عصاره خاک با استفاده از دستگاه pH متر و روش منطقی (۱۳٦۵) تعیین گردیدند. پس از تهیه عصاره اشباع از خاک، pH محلول عصاره با استفاد از دستگاه pH متر تعیین شد (منطقی، ۱۳٦۵). این تحقیق در دو مرحله انجام شده است:

۱) ژرمیناتور به منظور بررسی درصد جوانه‌زنی و بذرها درون کاغذ صافی قرار داده شدند.

۲) در فیتوترون، داخل گلدان.

ابتدا بذرهای تهیه شده با اسید سولفوریک غلیظ ۹۸ درصد کرک‌زدایی (دلینته) شد. سه رقم از *Gossypium hirsutum* (ساحل، سای اکرا و N200) از نظر قدرت جوانه‌زنی در شرایط شوری مورد آزمایش قرار گرفتند. در ابتدای اردیبهشت ۸٦، تعداد ۵ عدد بذر به عمق ۳ الی ۵ سانتیمتری داخل خاک هر گلدان به صورت دایره کشت شدند و گلدان‌ها در فیتوترون قرار داده شدند. در این تحقیق از

گلدان‌های پلاستیکی سه کیلویی یک بار مصرف استفاده شد و در داخل هر گلدان دو کیلوگرم خاک ریخته شد. بذرها قبل از کاشت با سم ویتاواکس (کاربوکسین تیرام) ضدعفونی گردید. در هر مرحله ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر برای هر گلدان استفاده شد و در کل دوره آزمایش، دو لیتر آب مقطر برای هر گلدان مصرف شد. آبیاری از طریق زیرگلدان‌ها انجام گرفت و در تیمار کلسیم آبیاری با محلول $CaCl_2$ انجام پذیرفت. گلدان‌ها طبق نقشه درون فیتوترون با درجه رطوبت ۵۱ الی ۵۵ درصد و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. پرولین با استفاده از روش Bates و همکاران (۱۹۷۳)، گلیسین بتائین با روش Sairam and Srivastava (۲۰۰۲) و آنتوسیانین با استفاده از روش Mancinelli و همکاران (۱۹۹۸) محاسبه گردیدند.

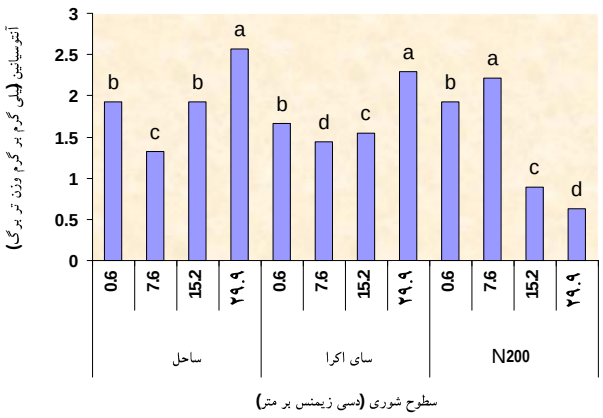
محاسبات آماری داده‌ها با توجه به سه رقم از گیاه پنبه و چهار نوع شوری خاک، به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی و با چهار تکرار انجام پذیرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. تنظیم متن و رسم شکل‌ها به ترتیب با استفاده از نرم‌افزار Word و Excel صورت گرفت.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف پنبه در جدول ۱ و نتایج مقایسه میانگین‌های صفات در جدول ۲ ارائه شده است. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثر شوری بر صفات فیزیولوژیکی پنبه از قبیل آنتوسیانین، پرولین و گلیسین بتائین در سطح آماری، یک درصد معنی‌دار بود. در بین ارقام نیز اثر نظر میزان پرولین و گلیسین بتائین اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود داشت و در عین حال اختلاف قابل ملاحظه‌ای از نظر مقدار آنتوسیانین مشاهده نشد. بر اساس اطلاعات موجود در جدول ۱ شرح نتایج مربوط به آنها بر حسب نوع صفت به تفکیک به شرح زیر می‌باشد:

آنتوسیانین

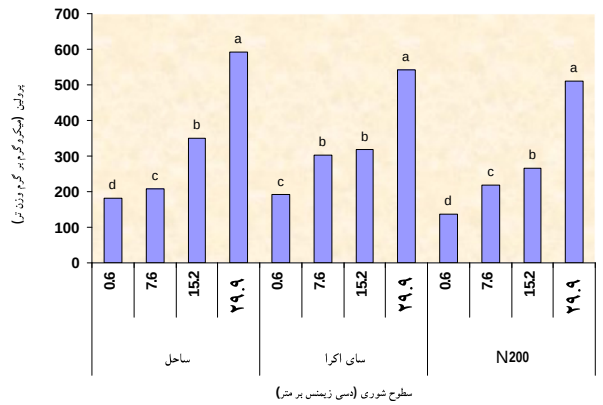
شکل ۱ تغییرات میزان آنتوسیانین در سه رقم پنبه را در چهار سطح شوری نشان می‌دهد بررسی‌ها نشان داد که کمترین مقدار آنتوسیانین ۰/۶۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ مربوط به سطح شوری ۲۹/۹ در رقم N200 و بیشترین مقدار آنتوسیانین مربوط به سطح شوری ۲۹/۹ در رقم ساحل ۲/۵۷۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ در رقم ساحل می‌باشد.



شکل ۱: مقایسه میانگین آنتوسیانین در اثر متقابل ارقام و سطوح شوری

پرولین

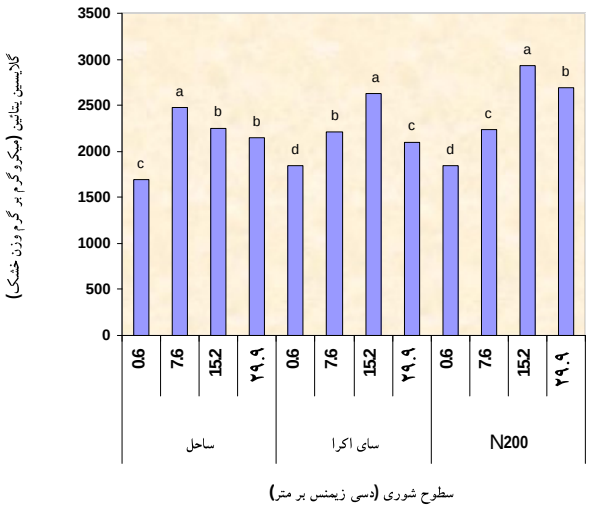
شکل ۲، مقایسه میزان پرولین در سه رقم پنبه را در چهار سطح شوری نشان می‌دهد. مشخص گردید در تمامی ارقام، بیشترین میزان پرولین مربوط به سطح شوری ۲۹/۹ دسی‌زیمنس بر متر و به ترتیب در ارقام ساحل، سای‌اکرا و N200 به ترتیب ۵۹۲/۸، ۵۴۱/۵ و ۵۱۱/۶ میکروگرم بر گرم وزن تر برگ می‌باشد و کمترین مقدار مربوط به سطح شوری شاهد و در ارقام ساحل، سای‌اکرا و N200 مربوط به سطح شوری شاهد ۱۸۰/۹، ۱۹۰/۸ و ۱۳۷/۸ میکروگرم بر گرم وزن تر برگ می‌باشد.



شکل ۲: مقایسه میزان پرولین در اثر متقابل ارقام و سطوح شوری

گلیسین بتائین

شکل ۳ مقایسه میزان گلیسین بتائین سه رقم در سطوح شوری ۰/٦، ۷/٦، ۱۵/۲ و ۲۹/۹ دسی زیمنس بر متر نشان می‌دهد که در ارقام سای‌اکرا و N200 تا شوری ۱۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر، افزایش در میزان گلیسین بتائین و پس از آن در شوری ۲۹/۹ دسی‌زیمنس بر متر، کاهش در میزان گلیسین بتائین مشاهده می‌شود، اما در رقم ساحل، سیر افزایشی گلیسین بتائین، فقط تا سطح شوری ۷/٦ دسی‌زیمنس بر متر و پس از آن، کاهش در مقدار مشاهده می‌شود.



شکل ۳: مقایسه میزان گلایسین بتائین در اثر متقابل ارقام و سطوح شوری

مطابق جدول ۲ بیشترین مقدار گلیسین بتائین مربوط به سطح شوری ۱۵/۲ دسی‌زیمنس بر متر ۲٦۰۱ میکروگرم بر گرم وزن خشک برگ و کمترین مقدار مربوط به سطح شوری شاهد، ۱۷۹۲ میکروگرم بر گرم وزن خشک برگ می‌باشد. جدول ۱ نشان می‌دهد که بین سطوح مختلف شوری از نظر میزان تجمع گلیسین بتائین به احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار است.

بحث

کم بودن آنتوسیانین در رقم N200 را نمی‌توان به مقاومت کمتر آن در برابر تنش شوری نسبت داد، زیرا ممکن است گیاه از مکانیسم‌های دیگری برای مقاوم‌سازی خود استفاده نماید. حتی در شوری ۲۹/۹ دسی زیمنس بر متر نیز در این رقم افزایش در مقدار آنتوسیانین مشاهده نشده است، اما مقایسه دو رقم ساحل و سای اکرا نشان می‌دهد که رقم ساحل به علت افزایش بیشتر در مقدار آنتوسیانین در مواجهه با شوری از این مکانیسم استفاده کرده است. در شوری ۲۹/۹ دسی زیمنس بر متر در هر دو رقم افزایش در مقدار آ نتوسیانین مشاهده می‌شود.

تجمع آنتوسیانین‌ها در ریشه‌های ذرت (Kaliamoorthy and Rao, 1994) آرابیدوپسیس (Mita et al., 1997) و عشقه (Murray, 1994) در استرس شوری گزارش شده است.

علت افزایش قابل توجه میزان پرولین سه رقم را در شوری ۲۹/۹ دسی زیمنس بر متر می‌توان این‌طور بیان نمود که گیاه در پاسخ به این استرس‌ها در جهت تجمع میزان پرولین به عنوان یک مکانیزم مقاومت مبادرت ورزیده است و چون رقم ساحل در شوری ۱۵/۲ و ۲۹/۹ بیشترین میزان پرولین را نسبت به دو رقم دیگر دارد. از نظر تجمع پرولین مقاوم‌تر از دو رقم دیگر می‌باشد.

اثر شوری بر تجمع پرولین در بسیاری از گونه‌های گیاهی نظیر چغندرقند، گوجه‌فرنگی، برنج و توت گزارش شده است (Wanichan et al., 2003). افزایش شوری از ۵۰ میلی‌مول به ۱۰۰ میلی‌مول، محتوای پرولین برگ‌ها را سه برابر می‌کند (Elbaz et al., 2003).

با مطالعه بر روی گیاه سورگوم دریافتند که بالاترین محتوای پرولین در برگ‌های مسن وجود دارد که بیشترین آسیب به برگ در اثر شوری را در کمترین مقدار ماده تر نسبت به خشک را نشان دادند. تجمع محلول‌های آلی در برگ‌ها، به ویژه در ژنوتیپ‌هایی بیشتر بوده که بیشترین کاهش در رشد را نشان دادند (Delacerda et al., 2001).

در مجموع در تیمارهای مختلف شوری ارقام، از گلیسین بتائین به عنوان یک اسموپروکتانت بیشتر استفاده کرده است. همچنین می‌توان گفت که تمام ارقام مورد مطالعه هم از پرولین و هم از گلیسین بتائین در مواجهه با استرس استفاده می‌کنند، ولی رقم N200 نسبت به دو رقم ساحل و سای اکرا، از تولید گلیسین بتائین برای مقاومت به استرس بیشتر و از پرولین کمتر استفاده می‌نماید. از طرفی تیمار ۲۹/۹ در تحقیق حاضر از نقش گلیسین بتائین کاسته و بر نقش پرولین افزوده است.

علت کاهش گلیسین بتائین در شوری ۲۹/۹ به این علت است که مکانیزم گیاه برای مقابله با شوری تغییر کرده و به سمت تولید پرولین بیشتر پیش رفته است .

در تحقیقاتی که توسط رضایی (۱۳۸۳) صورت گرفته است، افزایش گلیسین بتائین با افزایش شوری تایید شده است. با توجه به نقش گلیسین بتائین در حفظ و تنظیم اسمزی در یوکاریوت‌های گیاهی، حفظ تمامیت غشاء پلاسمایی و حفظ ساختمان چهارم پروتئین‌ها (Murata et al., 1998) از طریق افزایش تجمع کلروفیل‌ها و افزایش جذب CO_2 (Byerrum et al., 1956) و تسهیل انتقال الکترون (Atoshi and Murata, 2001) و محافظت از فعالیت پروتئین‌ها و چربی غشاء تیلاکوئیدی در PSII (William et al., 1992) حفاظت از ماشین‌های نسخه‌برداری و کاهش دمای ذوب DNA مضاعف، تسهیل همانندسازی می‌توان این ترکیب را به عنوان یکی از عوامل مقاومت فیزیولوژیک در برابر شوری خاک در مراحل اولیه جوانه‌زنی دانست.

بر این اساس گیاه پنبه نیز در گروه گیاهان تولید کننده گلیسین بتائین قرار می‌گیرد. همچنین با توجه به آنکه تولید پرولین در گزارش قبلی به اثبات رسیده است. لذا این گیاه نیز در زمره گیاهان با استراتژی تجمع پرولین ـ گلیسین بتائین قرار می‌گیرد.

نظر به آنکه تجمع گلیسین بتائین در گیاه پنبه، به این گیاه مقاومت می‌دهد و از آنجایی که به کارگیری بتائین در خاک گیاه پنبه و گندم تحت شرایط تنش شوری باعث افزایش جوانه‌زنی افزایش قدرت دانه‌رست‌های آنها شده است، مشخص گردیده که تأثیر گلیسین بتائین در پنبه از طریق افزایش آب مورد استفاده توسط گیاه و افزایش بازده فتوسنتزی بوده است طوری که گیاه تیمار شده ریشه و ساقه‌های قوی‌تر داشته، انشعابات آنها افزایش یافته و گلدهی زودتر صورت گرفته و تعداد غنچه و غوزه بیشتری کرده است.

بنابراین پیشنهاد شده که احتمالاً گلیسین بتائین در گیاه نقش هورمونی بازی کرده است (Naidu et al., 2006) در ضمن گلیسین بتائین در پنبه به عنوان ترکیب اسمولیت سیتوپلاسمی غیرسمی و حفاظت‌کننده آنزیم‌ها و غشاها از صدمات یونی و بی‌آبی حاصل از نمک عمل می‌کند (Gomez et al., 1996) و به کارگیری گلیسین بتائین اگزوژن نشان داد که محصول پنبه ۱۸ تا ۲۲ درصد افزایش داشته است. لذا استفاده از گلیسین بتائین اگزوژن در مراحل خاص از دوره رشد رویشی گیاه پنبه و یا ایجاد گیاه ترانس‌ژن با تولید بالای گلیسین بتائین می‌تواند باعث تغییر در تولید گلیسین بتائین شده باعث افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی شود. البته تعیین مرحله دقیق استفاده از گلیسین بتائین اگزوژن نیاز به مطالعات بیشتری دارد، ولی در محدوده این تحقیق در مرحله چهار برگی که آغاز کاهش در تولید گلیسین بتائین بوده است می‌توان از گلیسین بتائین اگزوژن استفاده نمود.

گلیسین بتائین جایگاه ویژه‌ای را در موجودات از باکتری تا گیاهان عالی و حیوانات به خود اختصاص داده است. این ترکیب علاوه بر تنظیم اسمزی، فعالیت کمپلکس‌های پروتئینی فتوسیستم II که منتهی به تولید اکسیژن می‌شوند را از طریق حفاظت علیه پروتئین‌های تنظیم کننده بیرونی[1] پایدار کرده و همچنین باعث پایداری کلاستر منگنز می‌گردد. گلیسین بتائین در بسیاری از گونه‌های متعلق به تیره گندمیان (Poaceae) و اسفناجیان (Chenopodiaceae) تجمع پیدا کرده (Flynn et al., 1998).

نتیجه‌گیری نهایی

شوری ۲۹/۹ باعث افزایش میزان آنتوسیانین در دو رقم ساحل و سای‌اکرا، کاهش آن در رقم N200 و افزایش پرولین در هر سه رقم شده است. هر سه رقم از تجمع پرولین و گلیسین بتائین به طور توام استفاده کرده‌اند. لذا از استراتژی تولید پرولین و گلیسین بتائین تبعیت می‌کنند.

[1]. Regulatory extrinsic proteins

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک پنبه در سطوح مختلف تنش شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)		
SOV	d.f	آنتوسیانین	پرولین	گلایسین بتائین
تکرار	۳	۰/۱۹۸$^{n.s}$	۲٤٤۱/۸۹۳ $^{n.s}$	٥٥۰۷۱/٦۸٦ $^{n.s}$
رقم (A)	۲	۰/۲۰۰$^{n.s}$	۱۰۹٥۳/۰۷۷*	۲۷۲۲٤۷/٦۸٦*
سطوح شوری (B)	۳	۲/٤٥۰**	۲٤۲۷۱۱/۳۷٦**	۱۰۲۰۰۷٦/۱٥۱**
اثر متقابل شوری × رقم (A.B)	٦	۰/٦۷۹**	۳۲۷٤/۲۱٥ $^{n.s}$	۱٦۱۲۲٥/٤٥۹*
خطا	۳۳	۰/۱۳٦	٤۷۸٤/۰۰۱	٥۷۰۱٦/٦۲٤
ضریب تغییرات (C.V)	---	۱۹/۷۹	۲۱/۷٤	۱۰/٦۰

n.s : معنی‌دار نیست؛ *: در سطح ٥ درصد معنی‌دار است؛ **: در سطح ۱ درصد معنی‌دار است.

جدول ۲: مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک ارقام پنبه در محیط تنش شوری

ارقام	آنتوسیانین	پرولین	گلایسین بتائین
ساحل	۱/۹۳۷ A	۳۳۱/۱ A	۲۱۳۸ C
سای اکرا	۱/۷۳٤ A	۳۳۸/۱ A	۲۱۹٦ B
N200	۱/۹۱۷ A	۲۸۳/٤ B	۲٤۲۳ A

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها در سطح احتمال ٥ درصد می‌باشد.

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیک ارقام پنبه در سطوح مختلف شوری

سطوح شوری	آنتوسیانین	پرولین	گلایسین بتائین
Ec=0.6	۱/۸٤۰ B	۱٦۹/۸ D	۱۷۹۲ C
۷/٦	۱/٦٦۰ BC	۲٤۲/٤ C	۲۳۰۷ B
۱٥/۲	۱/٤٥٤ C	۳۱۱/۸ B	۲٦۰۱ A
۲۹/۹	۲/٤۹۸ A	٥٤۸/۷ A	۲۳۱۰ B

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها در سطح احتمال ٥ درصد می‌باشد.

جدول ٤: مقایسه میانگین اثر متقابل رقم × شوری صفات فیزیولوژیکی ارقام مختلف پنبه

ارقام	سطح شوری	آنتوسیانین	پرولین	گلایسین بتائین
ساحل	Ec=0.6	۱/۹۳۰ BCD	۱۸۰/۹ DE	۱٦۸۹ F
	۷/٦	۱/۳۲٤ EF	۲۰۷/۹ CDE	۲٤۷۲ BCD
	۱٥/۲	۱/۹۲۳ BCD	۳٥۰/٦ B	۲۲٤۷ CDE
	۲۹/۹	۲/٥۷۰ A	٥۹۲/۸ A	۲۱٤۲ DE
سای اکرا	Ec=0.6	۱/٦٦۰ CDE	۱۹۰/۸ CDE	۱۸٤٥ EF
	۷/٦	۱/٤٤۰ DEF	۳۰۱/٤ BCD	۲۲۱٤ CDE
	۱٥/۲	۱/٥٤۱ DE	۳۱۸/٥ BC	۲٦۲۸ ABC
	۲۹/۹	۲/۲۹٦ AB	٥٤۱/٥ A	۲۰۹۹ DEF
N200	Ec=0.6	۱/۹۳۱ B	۱۳۷/۸ E	۱۸٤۱ EF
	۷/٦	۲/۲۱٤ A	۲۱۷/۹ CDE	۲۲۳٦ CDE
	۱٥/۲	۰/۸۹٦ C	۲٦٦/۳ BCDE	۲۹۲۷ A
	۲۹/۹	۰/٦۲۷ D	٥۱۱/٦ A	۲٦۸۸ AB

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها در سطح احتمال ٥ درصد می‌باشد.

منابع

احیایی، م.ع. و بهبهانی‌زاده، ع.ا. (۱۳۷۲). شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. چاپ اول. وزارت کشاورزی. سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه ۸۹۳.

منطقی، ن. (۱۳٦۵). تشریح روش‌ها و بررسی آزمایشگاهی روی نمونه‌های خاک و آب. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه شماره ۱٦۸.

Atoshi, S., Murata, N. (2001). The use of bacterial choline oxidase a glycine betaine synthesizing enzyme to create stress-resistant transgenic plants. Plant Physiol, 125: 180-188.

Bates, L.S., Waldern, R.P., Teare, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant Soil, 39: 205-207.

Byerrum, R.U., Sato, C.S.M., Ball, C.D. (1956). Utilazation of betaine as a methyle group in tobacco. Plant physiol, 31: 374-377.

Clarkson, D.T., Hanson, J.B. (1980). The mineral nutrition of higher plants. Annual Review of Plant Physiology. 31: 239-298.

Davenport, R.J., Tester, M. (2000). A weakly voltage-dependent, non-selective cation ahannelmediates toxic sodium influx in wheat. Plant Physiology, 122: 823-834.

Delacerda, C.F., Cambraia, J., Olivacano, M.A., Albertoruiz, H. (2001). Plant growth and solut accumulation and distribution in two Sorghum genotypes. Under NaCl stress. Bras, Physiol, Veg

El-Baz, F.K., Mahamed, A.A., Aly, A.A. (2003). Development of biochemical markes for salt stress tolerance in cucumber Plants. Pakistan Journal of Biological Sciences. 6(1): 16-22.

Flower,T.J.,Yeo,AR.(1995). Breeding for salinity resistance in crop plants:where next.Aust.J.Plant Physiol.22:875-885.

Flynn, R., Phillips, R., Ulery, A., Kockevar, R., Liess, L., and Villa, M. (1998). Chile seed germination as affected by temperature and salinity. New Mexico Chile Task Force. 1-10.

Gomes de Souzal, J., Vieira da Silva, J. (1996). Contribution of genetic material from some wild diploid species to the cultivated tetraploid *Gossyupium hirsutum* L.

Hellman, H., Funck, D., Rentsch, D., Frommer, W.B. (2000). Hypersentivity of an Arabidopsis sugar signaling mutant toward exogenous proline application. Plant Physiology. Vol. 123, Pp. 779-789.

Jamil, M., Chunlee, C., Rehman, S.U., Baelee, D., Ashraf, M., Rha, E.S. (2005). Salinity (NaCl) tolerance of Brassica species at germination and early seedling growth. Ejeafch. 4(4): 970-976.

Kaliamoorthy,S.,Rao,A.S.(1994). Effect of salinity on anthocyanin accumulation in the root of maize. Ind.J. Olant Physiol. 37, 169-170.

Maathuis, F.J.M., Amtmann, A. (1999). K^+ nutrition and Na^+ toxicity: the basis of cellular K^+/Na^+ ratio. Annals of Botany, 84: 123-133.

Mancinelli, A.L., Hoff, A.M., Cottrell, M. (1998). Anthocyanin production in Chl-rich and Chl-poor seedling. Plant Phyisiol. 86: 652-654.

Mita, S., Murano, N., Akaiko, M., Nakamura, K. (1997). Mutants of Arabidopsis thaliana with pleiotropic effects on the expression of the gene for beta-amylase and on the accumulation of anthocyanin that are inducible by sugars. Plant. J. 11: 841-851.

Murata, Y., Yoshihashi, M., Obi, I., Kakutani, T. (1998). Ca^{2+} regulation of outward rectifying K+ channel in the plasma membrane of tobacco cultured cells in suspension: a role of the K^+ channel in mitigation of salt-stress effects by external Ca+. Plant Cell Physiology. 39: 1039-1044

Murray, Y.,. (1994). Ca^{2+} regulation of outward rectifying K+ channel in the plasma membrane of tobacco cultured cells in suspension: a role of the K^+ channel in mitigation of salt-stress effects by external Ca+. Plant Cell Physiology. 39: 1039-1044

Naidu, B.P., Cameron, D.F., Konduri, S.V. (2006). Tropical agriculture. 13th Australian Agronomy Confer

Ramanjulu,S.,Veeranjaneyulu,K.,Sudhakar,C.(199 3). Pysiological changes induced by NaCl in mulberry var. Mysore local. Ind.J.Plant Physiol. 36,273-275

Sadiq, M., Jamil, M., Mehdi, S.M., Sarfaraz, M., Hassan, G. (2002). Comparative performance of *Brassica varietes*/lines under salin sodic condition. Asian Journal of Plant Science. 2: 77-78.

Sairam, R.K., Srivastava, G.C. (2002). Changes in antioxidant activity in sub-cellular fraction of tolerant and suceptible wheat genotypes to long term salt stress. Plant Sci. 162: 897-904.

Sairam, R.K., Tyagi, A. (2004). Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. Current Science. 86: 407-420.

Shi, H., Ishitani, M., Kim, C., Zhu, J.K. (2000). The Arabidopsis thaliana salt tolerance gene SOS1 encodes a putative Na^+/K^+ antiporter. Proceeding of the National Academy of Science USA. 97: 6896-6901.

Wanichan, P., Kirdmanee, C., Vutyano, C. (2003). Effect of salinity on biochemical and physiological characteristics in correlation to selection of salt-tolerance in Aromatic rice (*Oriza Sativa* L.). Science Asian. 29: 333-339.

William, W.P., Brain, A.P.R., Dominy, P.J. (1992). Induction of non-bilayer lipid phase separation in chloroplast thylakoid membranes by compatible solutes and its relation to the thermal stability of photosystem II. Biochem biophys. Acta. 1099: 137-141.

Xing, W., Rajashekar, C.B. 2001. Glycine betanie involvement in freezing tolerance and water stress in Arabidopsis thaliana. Environmental and Experimantal Botany. Vol. 46, Issue. 1, Pp. 21-28.

Yeo, A.R., Lee, K.S., Izard, P., Flowers, T.J. (1991). Short and long-term effects of salinity on leaf growth in rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Experimental Botany. 42: 881-889.

Zafar, S., Yasin, M., Sarwar, G., Mahmood, S., Kausar, A., Eftekhar, A. (2004). Variation in growth and ion uptake in salt tolerant and sensitive Rice cultivars under NaCl salinity. Asian Journal of Plant Sciences. 3(2): 156-158.

Zidan, I., Jacoby, B., Raviana, I., Neumann, P.M. (1991). Sodium does not compete with calcium in saturation plasma membrane sites regulation $22Na^+$ influx into salinized maize roots. Plant Physiology. 96: 331-334.

The effect of soil salinity on Anthocyanine, Proline and Glycine betain in commercial cotton cultivars (*Gossypium hirsutum* L.)

Mirghasemi, S.J[1]., Rezaei, M.A[1]., Alishah, E[2]., Shabdin, M[3].

1. Islamic Azad University, Gorgan Branch, Iran
2. Resources members of cotton research Institue of Iran, Gorgan
3. M.Sc. Student of plant physiology, Islamic Azad University, Gorgan Branch

Abstract

In order to studying the effect of soil salinity on physiological characteristics of Cotton genotypes this experiment was conducted in 1386 with potted cottons in phytotron condition and carried out as factorial in completely randomized design with 4 replications. One factor was Cotton cultivars and the other was levels of salinity at rate of 0.6, 7.6, 15.2 and 29.9ds/m. The results showed that the effect of salinity on physiological characteristics of Cotton plant such as anthocynanine, proline and glycinebetain were significant at 1% probability within cultivars. There were significant diffrences at 5% probability in relation to praline and glycinebetain. No significant difference was found between cultivars in regard to anthocyanine. By increasing the salinity in the soil the amount of anthocyanine, proline and glycine betain increased in Cotton plant.

Keywords: Anthocyanine, Cotton, Glycinebetain, Proline, Salinity