



مطالعه عملکرد دانه و برخی صفات فیزیولوژیکی بر ارقام هیبرید ذرت (*Zea mays* L.) تحت سطوح مختلف کلرید سدیم

مهديه عسکری^{۱*} - علی اکبر مقصودی مود^۲ - وحید رضا صفاری^۳ - افسون عسکری^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۴/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۰۸

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش شوری بر پایداری غشا، کلروفیل a و b، کاروتنوئید، اجزای عملکرد و عملکرد دانه هفت هیبرید ذرت (Ksc700، Ksc500، Ksc704، Ksc301 و Ksc647 (ارقام ایرانی) و ارقام خارجی شامل Ksc404 و Maxima) آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان در سال زراعی ۱۳۹۰ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. کرت‌های اصلی شامل چهار سطح شوری آب آبیاری با هدایت الکتریکی ۴، ۶، ۸ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر و کرت‌های فرعی شامل هیبریدهای مذکور بودند. نتایج نشان داد که با افزایش سطوح شوری تمامی صفات بررسی شده به جز محتوی کاروتنوئید کاهش یافتند به طوری که بیشترین میزان این صفات از پایین‌ترین سطح شوری به دست آمد. محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات نیز نشان داد که بین عملکرد دانه و پایداری غشا در زمان ۱۲۰ دقیقه ($r = 0.61^{**}$)، عملکرد دانه و وزن هزار دانه ($r = 0.93^{**}$) همبستگی معنی‌دار و مثبتی وجود دارد. بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه با تفاوت معنی‌دار به ترتیب ۱۰۶۱۰ و ۵۷۵۰ کیلوگرم در هکتار از سطوح شوری ۴ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر به دست آمد. همچنین مقایسه میانگین صفات، برتری هیبرید Ksc704 را از لحاظ دارا بودن بالاترین میزان پایداری غشا و عملکرد دانه در شرایط مورد آزمایش در بین هیبریدهای مورد مطالعه نشان داد و به عنوان هیبرید متحمل و جهت کاشت در چنین شرایطی معرفی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پایداری غشا، شوری، رنگیزه‌های فتوسنتزی، وزن هزار دانه، Ksc704

مقدمه

به نحوی باعث بروز تنش در گیاهان زراعی می‌شوند و تأثیر این تنش در مناطق خشک و نیمه‌خشک شدیدتر است (MaghsoudiMoud, 2008). متأسفانه بیشترین زمین‌های شور در آسیا پس از چین، هند، پاکستان متعلق به ایران (۱۸/۲ میلیون هکتار) است (Allakhverdiev et al., 2000). گزارش شده که شوری اثرات زیان‌بار متعددی بر گیاهان زراعی دارد که اختلالات یونی و تنش اسمزی از جمله آنهاست (Munns, 2006). برآیند این دو سبب بروز تنش اکسیداتیو نیز در گیاه می‌شود (Mahajan and Tuteja, 2005). شوری باعث صدمه به میکروتوبول‌های عامل ایجاد استحکام در غشا سلولی و بی‌نظمی آن و عدم تعادل اسمزی می‌شود (Braeken et al., 2006). از آنجایی که بخش عمده مواد غذایی مورد استفاده بشر از غلات تأمین می‌گردد (Emam, 2009) و از آنجایی که افزایش عملکرد از طریق ژنتیکی مشکل است بنابراین بالا بردن عملکرد واقعی (مزرعه‌ای) از طریق کاهش اثرات عوامل تنش‌زا و یافتن ارقام متحمل برای اطمینان از امنیت غذایی ملی ضروری است (Qingfeng et al., 2013). ذرت (*Zea mays* L.) به عنوان یک غله مهم بیشترین مقدار علوفه و دانه را برای تغذیه دام

کاهش تولیدات کشاورزی در اثر خشکسالی و شور شدن زمین‌ها همراه با روند افزایشی جمعیت جهان مشکلات بزرگی برای دولت‌ها در اکثر نقاط جهان به وجود آورده است (Heribert, 2009). در مناطق کم باران، شوری خاک یکی از مهمترین عوامل تنش‌زای محیطی و تأثیرگذار بر رشد گیاهان و تولید محصول آنها به حساب می‌آید (Allakhverdiev et al., 2000). بیش از بیست درصد از کل اراضی زراعی دنیا شامل زمین‌هایی با سطوح شوری مختلف می‌باشند که

- ۱- دانشجوی دکتری زاعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
 - ۲- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
 - ۳- دانشیار، گروه باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
 - ۴- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند
- *- نویسنده مسئول: (Email: mahdiye.askary@yahoo.com)
DOI: 10.22067/gsc.v15i2.48001

همبستگی بالایی با عملکرد دارند) می‌باشد. بنابراین هدف از اجرای این پژوهش بررسی اثرات تنش شوری و شناسایی رقم یا ارقام متحمل به تنش شوری با استفاده از مطالعه برخی صفات فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای آن در بین هیبریدهای مورد مطالعه بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان با موقعیت جغرافیایی ۳۰ درجه شمالی و ۵۷ درجه شرقی با ارتفاع ۱۷۵۴ متر از سطح دریا به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سوم خرداد ماه ۱۳۹۰ انجام شد. آزمایش در مجموع دارای ۲۸ تیمار در هر تکرار بود به گونه‌ای که در هر تکرار چهار کرت اصلی و در هر کرت اصلی هفت کرت فرعی و در هر کرت فرعی سه خط کاشت به طول ۱/۵ متر با نیم متر فاصله بین خطوط قرار داشت که نمونه‌برداری از خط وسط صورت گرفت. کرت‌های اصلی شامل چهار سطح شوری آب آبیاری (۴، ۶، ۸ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر) و کرت‌های فرعی شامل هفت هیبرید ذرت Ksc700، Ksc500، Ksc704، Ksc301 و Ksc647 (ارقام ایرانی) و ارقام خارجی شامل Ksc404 و Maxima بودند که از مرکز تحقیقات کشاورزی کرمان تهیه شدند. فاصله بین کرت‌های اصلی سه متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد تا بین سطوح شوری هیچ گونه نشست یونی وجود نداشته باشد. با توجه به نتایج آنالیز خاک کودهای پایه شامل نیتروژن از منبع اوره و سوپر فسفات تربیل به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار به خاک اضافه شد (همه کود فسفر و پتاسیم و نصف میزان کود نیتروژن در زمان شخم و مقدار باقیمانده کود نیتروژن در زمان شروع رشد رویشی گیاه، به خاک اضافه شدند). سپس هدایت الکتریکی (EC) عصاره یک به یک خاک ($0.1/99 \text{ dS.m}^{-1}$) و آب آبیاری ($1/0.04 \text{ dS.m}^{-1}$) اندازه‌گیری شد. اعمال تنش در مرحله چهار برگی از طریق آب آبیاری به این صورت انجام گرفت که ابتدا مقدار لازم محلول نمک کلرید سدیم برای اعمال تیمارهای با ECهای مختلف با در نظر گرفتن درصد وزنی رطوبت خاک در حد FC و کسر مقدار نمک موجود در آب آبیاری و خاک مزرعه محاسبه شد. سپس در مخزن‌های مختلف محلول‌های نمکی با ECهای متفاوت تهیه و در زمان آبیاری مزرعه جایگزین آب آبیاری شدند. در واقع مقادیر مورد نیاز آب که مجموعاً در هر نوبت آبیاری یک متر مکعب به ازای هر کرت اصلی بود از مخازن مدرج توسط شیلنگ وارد کرت‌های اصلی که هر کدام دارای هفت کرت فرعی (هیبریدهای مختلف) بود می‌گردید. در این آزمایش طول دوره رسیدگی هیبریدهای سینگل کراس در منطقه مورد تحقیق به‌طور متوسط یک هفته کمتر از ماکسیمم بود و با توجه به این که آبیاری در

و طیور و تولیدات دامی تأمین می‌کند (Emam, 2009). عملکرد ذرت از دو دهه گذشته به دلیل بهبود عملیات به‌زراعی و اصلاح ارقام پرمحصول افزایش یافته است (Nordby *et al.*, 2012). اصلاح ارقام پرمحصول با به‌کارگیری صفات متحمل‌کننده به شرایط نامساعد یا تنش‌زای محیطی انجام شده است و ادامه تولید این ارقام بستگی به یافتن خصوصیات متحمل‌کننده و منابع ژنتیکی مربوطه آنها دارد (Oncel *et al.*, 2000). کاهش عملکرد دانه ممکن است در ارتباط با کاهش هدایت روزنه‌ای و کاهش فتوسنتز به دلیل کاهش تبادلات گازی و یا کاهش محتوی کلروفیل سلول‌ها باشد (Mirmohamadi *et al.*, 2003). به‌طور کلی رنگیزه‌های گیاهی اولین دریافت‌کننده نور و عامل مهم تولید محصول هستند (Jaleel *et al.*, 2009). تنش شوری در ذرت باعث کاهش میزان کلروفیل a, b و افزایش کاروتنوئید گرید (Ur. Rahman *et al.*, 2004). همچنین ژائو (Zhao *et al.*, 2007) گزارش نمود شوری باعث کاهش کلروفیل برگ گیاه یولاف می‌شود و این موضوع مربوط به ممانعت شوری از ساخت و یا افزایش تجزیه کلروفیل در برگ در اثر آنزیم کلروفیلاز است. کاروتنوئیدها رنگیزه‌هایی به رنگ نارنجی و زرد بوده و در چربی محلول بوده که در غشاهای تیلاکوئیدی در کلروپلاست‌ها یافت می‌شوند و وظیفه این رنگدانه‌ها جمع‌آوری انرژی و محافظت نوری از مولکول کلروفیل می‌باشد (Telesinski *et al.*, 2008). کاروتنوئیدها جزء آنتی‌اکسیدان‌ها محسوب می‌شوند که ضمن توانایی واکنش مستقیم با گونه‌های فعال اکسیژن و احیای کامل آنها به آب، در چرخه گزانتوفیل با مصرف پتانسیل هیدروژن در محافظت از ساختار تیلاکوئید و فتواکسیداسیون کلروفیل و ممانعت از تولید انواع اکسیژن فعال نقش بسیار مهمی ایفا می‌کنند (Ahmadi *et al.*, 2007). سلیم و همکاران (Saleem *et al.*, 2007) نیز در بررسی تأثیر تنش خشکی بر ارقام ذرت در محیط هیدروپونیک (آبکشت) افزایش کاروتنوئید و کاهش کلروفیل a را گزارش نمودند و بیان کردند که این کاهش در شرایط خشکی به‌علت کاهش کارایی فتوسیستم II در هیبریدهای ذرت می‌باشد. همچنین کایا و همکاران (Kaya *et al.*, 2002) کاهش کلروفیل a, b و افزایش کاروتنوئیدها در بررسی تنش خشکی در دو هیبرید ذرت را گزارش نمودند و بیان کردند این کاهش کلروفیل می‌تواند باعث ناکارآمدی برگ‌ها در انجام فتوسنتز و در نهایت کاهش رشد و عملکرد گیاه گردد. کینگفنگ و همکاران (Qingfeng *et al.*, 2013) بیان کردند یکی از راه‌های ممکن و قابل توجه در افزایش عملکرد بهبود مدیریت زراعی در مناطق مختلف برای پیدا کردن بهترین راهبرید برای بهبود عملکرد مزرعه است. داداشی و همکاران (Dadashi *et al.*, 2007) گزارش نمودند یکی از راهبردهای مهم مدیریتی شناسایی ارقام متحمل به تنش به دو روش مستقیم (سنجش عملکرد) و غیر مستقیم (بررسی صفات فیزیولوژیک و مرفولوژیک که

اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی: برای اندازه‌گیری

کلروفیل a, b و کاروتنوئید ۰/۱ گرم برگ به دقت توزین و در هاون چینی با استفاده از نیتروژن مایع خرد گردید. سپس با افزودن ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شدند. عصاره جدا شده فوقانی حاصل از سانتریفیوژ به بالن شیشه‌ای منتقل و در داخل لوله آزمایش ریخته شد پس از آن جذب محلول با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۴۷۰، ۶۴۷، ۶۶۳ نانومتر اندازه‌گیری شد. و از استون ۸۰٪ نیز به‌عنوان محلول شاهد برای تنظیم صفر جذب نوری اسپکتروفتومتر استفاده شد. اندازه‌گیری کلروفیل a, b و کاروتنوئید در مرحله پر شدن دانه‌ها انجام گرفت و سپس برای محاسبه از فرمول لیچتندر (Lichthaler, 1987) به طریق زیر استفاده شد. واحد اندازه‌گیری میلی‌گرم در میلی‌لیتر عصاره گیاهی بود.

$$Ca = 11.75 A663 - 2.79 A647 \quad (۲)$$

$$Cb = 21.5 A647 - 5.7 A663 \quad (۳)$$

$$C(X + C) = (1000 A470 - 1.82 Ca - 85.02 Cb) / 198 \quad (۴)$$

در رابطه‌های فوق Ca کلروفیل a، Cb کلروفیل b، C(x+b) میزان کاروتنوئیدها و A میزان جذب در طول موج‌های مختلف است. در پایان داده‌ها طبق مدل آزمایش کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و رسم شکل‌ها از نرم‌افزارهای SPSS و Excel استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

پایداری غشا: اثر شوری بر یون تراوش یافته در هر سه زمان ۱۵، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه پس از قرار گرفتن نمونه‌ها در آب در سطح ۱ درصد، معنی‌دار بود. همچنین اثر هیبرید برای دو زمان ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه در سطح ۱ درصد، و برای زمان ۱۵ دقیقه در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. اما اثر متقابل هیبرید در شوری در هیچ کدام از زمان‌ها معنی‌دار نگردید (جدول ۱). واکنش هیبریدها از لحاظ سرعت افزایش تراوش یون معنی‌دار بود. در بین هیبریدهای موجود، در زمان ۱۵ دقیقه اول پاسخ هیبریدها در یک راستا بود هیبرید Ksc704 تفاوت معنی‌داری با بقیه هیبریدها دارا بود و عدد بزرگتری را در بین هیبریدها نشان داد و هیبریدهای Ksc301 و Ksc404 نیز در مرتبه دوم بودند که بین این دو اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت. اما دقیقه ۶۰ باز هم Ksc704 تفاوت معنی‌داری با بقیه هیبریدها دارا بود و نسبت به بقیه هیبریدها عدد بزرگتری را نشان داد که بیان‌کننده

مزرعه هر هفت روز یک بار توسط سطوح مختلف آب شور انجام می‌گرفت، در آخرین نوبت آبیاری ماکسیما از آب کشاورزی و غیرشور استفاده گردید تا اختلاف بین مقادیر دریافتی کلرور سدیم بین هیبریدهای مورد مطالعه ایجاد نگردد. مبارزه با علف‌های هرز در سه مرحله در اوایل زندگی گیاه به‌صورت مکانیکی انجام گرفت و بعد از آن به دلیل غالب شدن گیاه بر علف‌های هرز مبارزه انجام نگرفت. در پایان دوره رسیدگی دانه پس از حذف ردیف‌های حاشیه و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت با برداشت ۰/۵ متر از خطوط میانی اجزای عملکرد و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری شاخص پایداری غشا: اندازه‌گیری شاخص

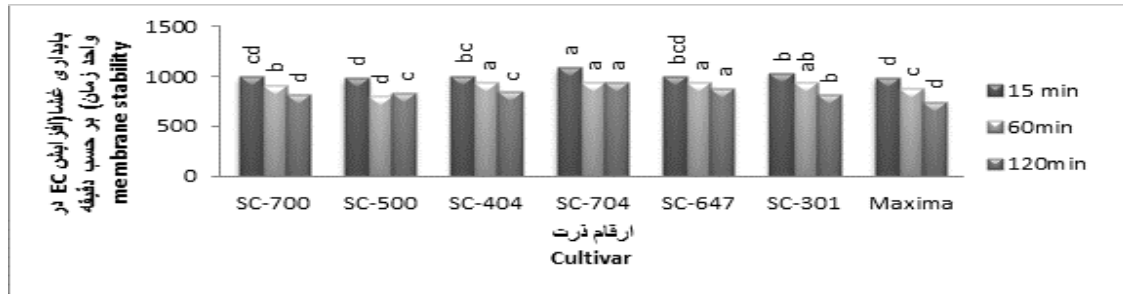
پایداری غشا در مرحله پر شدن دانه‌ها صورت پذیرفت. از هر واحد آزمایشی یک بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و یک برگ در موقعیت یکسان (بالاترین برگ) جدا و توسط آب مقطر کاملاً شستشو و توسط کاغذ خشک‌کن خشک شد، سپس قطعات دایره توسط سوراخ‌کن کاغذ بریده و بلافاصله در لوله‌های درب‌دار حاوی پنج میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده شد. دستگاه هدایت‌سنج برای دو ساعت به گونه‌ای تنظیم گردید که هر سه دقیقه یک بار هدایت الکتریکی محلول را ثبت و ذخیره نماید. مقادیر به‌دست آمده در برابر زمان مربوطه مورد تجزیه و رگرسیون دورهای قرار گرفتند. با توجه به اینکه در اکثر موارد یک منحنی درجه دوم معنی‌دار روی داده‌ها برآزش یافت، شیب خطوط به‌دست آمده در ۱۵ دقیقه اول که در طی آن یک تابع خطی روی داده‌ها برآزش یافته در هر مورد به‌عنوان شاخص پایداری غشا در نظر گرفته شدند و سپس مقادیر پیش‌بینی شده هدایت الکتریکی توسط منحنی‌ها طبق معادله (۱) برای سه زمان ۱۵، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه مورد محاسبه قرار گرفتند و در نهایت اعداد به‌دست آمده برای این سه زمان طبق مدل کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. فرض بر این بود که افزایش میزان هدایت الکتریکی محلول در تماس با نمونه‌های برگ‌ی ناشی از تراوش مداوم یون‌ها به محلول بوده و مقدار تراوش منعکس‌کننده پایداری غشا در برابر خروج یون‌ها می‌باشد. در صورتی که بین شرایط شاهد و تنش شوری اختلافی از لحاظ پایداری غشا وجود داشته باشد ممکن است ناشی از جذب مقدار بیشتر یون‌ها در شرایط تنش شوری بوده و در عین حال اختلاف بین ارقام می‌تواند ناشی از اختلاف سیستم غشایی در کنترل خروج یون‌ها باشد (Maghsoudi Mud, 2008).

$$Y = a + bt + ct^2 \quad (۱)$$

که در آن Y هدایت الکتریکی (پایداری غشا)، t زمان و a و b و c ضرایب رگرسیون هستند.

هیبرید Ksc704 عدد بزرگتر و پایداری بیشتری را دارا بود و هیبرید Ksc647 نیز در مرتبه دوم قرار گرفت (شکل ۱). در زمان‌های ۱۵ و ۶۰ دقیقه هیبرید Ksc500 کمترین پایداری غشا را دارا بود آنچه که در اینجا قابل ذکر است پاسخ هیبرید Ksc301 بود که در زمان‌های ۱۵ و ۶۰ دقیقه در رتبه دوم و چهارم بود اما در زمان ۱۲۰ دقیقه تفاوت معنی‌داری با بقیه هیبریدها پیدا کرده و بعد از هیبرید ماکسیما کمترین پایداری غشا را دارا بود (شکل ۱).

تراوش کمتر یون و پایداری بیشتر این هیبرید نسبت به بقیه هیبریدهای مورد پژوهش بود اما هیبرید Ksc301 که در دقیقه ۱۵ در مرتبه دوم قرار داشت عدد کمتری را نسبت به هیبریدهای Ksc647 و Ksc404 نشان داد و بیانگر این موضوع است که با افزایش سطوح شوری و گذشت زمان که میزان تأثیرگذاری شوری بیشتر شده است هیبریدهای Ksc704، Ksc647 و Ksc404 توانسته‌اند مقاومت بیشتر و پایداری بیشتری داشته باشند تا اینکه در زمان ۱۲۰ دقیقه باز هم

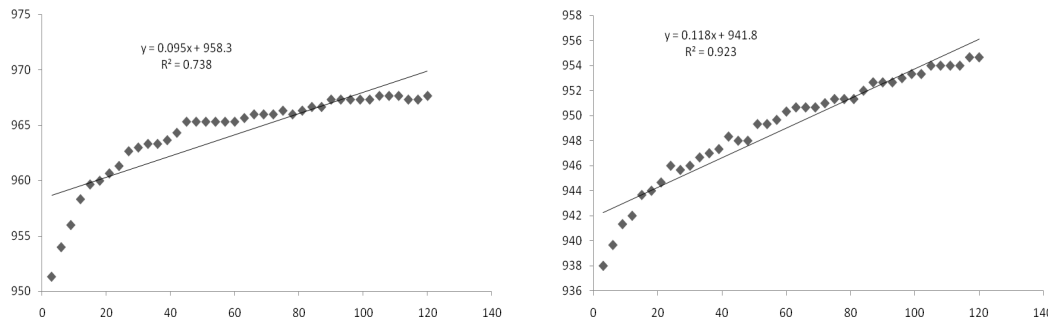


شکل ۱- مقادیر میانگین پایداری غشا در هیبریدهای مختلف ذرت. اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل ۵٪ (LSD) معنی‌دار نیست.

Figure 1- Mean values of membrane stability at different hybrids. Differences of the columns that have the same letters non statistically significant at 5% (LSD) level of significance.

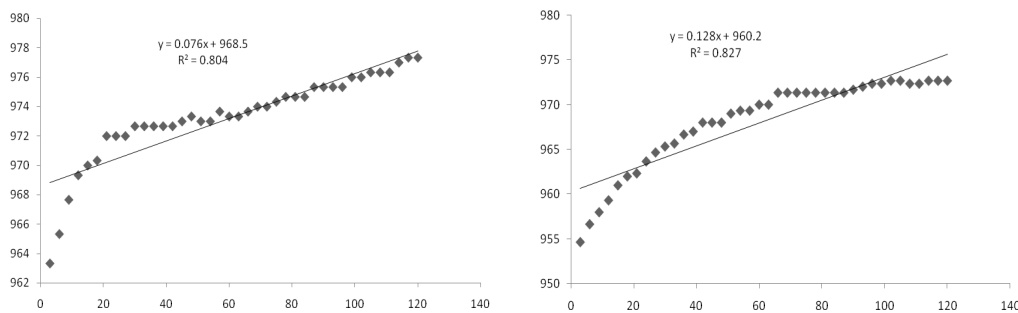
در شرایط شاهد و بالاترین سطح تنش شوری را نشان می‌دهند.

منحنی‌های زیر پایداری غشا در دو رقم Ksc704 (دارا بودن بالاترین پایداری غشا) و ماکسیما (دارا بودن پایین‌ترین پایداری غشا)



شکل ۲- مقادیر پایداری غشا در رقم SC-704 ذرت: نمودار سمت راست نشان‌دهنده پایداری غشا در شرایط بالاترین سطح تنش شوری (10 ds m⁻¹) و نمودار سمت چپ نشان‌دهنده پایداری غشا در شرایط شاهد (4 ds m⁻¹) می‌باشد. محور افقی نشان‌دهنده زمان و محور عمودی نشان‌دهنده میزان یون تراوش یافته (ds m⁻¹) می‌باشد.

Figure 2- Mean values of membrane stability in the SC-704 hybrid: The right shows the stability of the membrane in terms of the highest levels of salinity (10 ds m⁻¹) and on the left show the stability of the membrane in terms of control (4 ds m⁻¹). The horizontal axis represents time and the vertical axis represents the ion leakage (ds m⁻¹) is the result.



شکل ۳- مقادیر پایداری غشا در رقم ماکسیمما ذرت: نمودار سمت راست نشان‌دهنده پایداری غشا در شرایط بالاترین سطح تنش شوری (10 ds m⁻¹) و نمودار سمت چپ نشان‌دهنده پایداری غشا در شرایط شاهد (4 ds m⁻¹) می‌باشد. محور افقی نشان‌دهنده زمان و محور عمودی نشان‌دهنده میزان یون تراوش یافته (ds m⁻¹) می‌باشد.

Figure 3- Mean values of membrane stability in the corn Maxima: The right shows the stability of the membrane in terms of the highest levels of salinity (10 ds m⁻¹) and on the left show the stability of the membrane in terms of control (4ds m⁻¹). The horizontal axis represents time and the vertical axis represents the ion leakage (ds m⁻¹) is the result.

همکاران (Mansour *et al.*, 2004) نیز بیان کردند که در ارقام حساس به شوری میزان تراوش یونی از غشا بیشتر بوده که نشان‌دهنده پایداری کمتر در ارقام حساس است و با نتایج این آزمایش نیز مطابقت دارد.

کلروفیل a, b: اثر تنش شوری و هیبرید بر میزان کلروفیل a, b

معنی‌دار بود. اثر متقابل شوری در هیبرید در مورد این صفات غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲). به‌طور کلی با افزایش شوری آب آبیاری مقدار این دو رنگیزه مهم گیاهی کاهش یافت به‌گونه‌ای که با افزایش تدریجی غلظت نمک در هر سطح اختلاف معنی‌داری با سطح شوری پایین‌تر ایجاد شد (شکل ۲). در بین هیبریدهای مورد مطالعه در این تحقیق هیبرید Ksc647 دارای بیشترین مقدار کلروفیل a بود اگر چه این پارامتر از نظر آماری با هیبریدهای Ksc301, Ksc404 و ماکسیمما اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۳). همچنین هیبرید Ksc704 اگر چه کمترین میزان کلروفیل a را داشت اما در این مورد با کلیه هیبریدهای دیگر به استثناء Ksc647 اختلاف آماری نشان نداد. از نظر کلروفیل b هیبرید Ksc647 نیز بالاترین عدد را به خود اختصاص داد اگر چه از نظر آماری با Ksc404, Ksc700 و ماکسیمما در یک دامنه قرار گرفتند (شکل ۳). در گیاهان زراعی گزارش‌هایی در رابطه با واکنش متفاوت کلروفیل به تنش‌های محیطی از جمله شوری، در ارقام حساس و مقاوم توسط کمالی و همکاران (Kameli and Losel, 1993) و یا عدم تأثیر تنش بر غلظت کلروفیل توسط کاستریلو و همکاران (Castrillo and Calcargo, 1989) ارائه شده است.

این موضوع به وضوح نشان‌دهنده عکس‌العمل غشا به افزایش سطوح شوری و افزایش میزان تأثیرگذاری شوری بر روی غشا با گذشت زمان می‌باشد. به‌طور کلی واکنش غشاء سیتوپلاسمی در مقابل عوامل و شرایط مختلف محیطی مانند گرما، خشکی و شوری تغییر می‌کند و با توجه به نقش آن در کنترل تبادلات آب و اصلاح برای حفظ تورژسانس سلول، رشد گیاه را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. افزایش توانایی گیاهان برای حفظ تورژسانس از راه حفظ پایداری غشاء سیتوپلاسمی بر مقاومت گیاه در مقابل تنش‌های محیطی می‌افزاید (Macky, 1993). نتایج این آزمایش با نتایج وینسلو و همکاران (Winslow and Sminoff, 1984) که گزارش نمودند هیبریدهایی که تحمل بیشتری به تنش‌های محیطی دارند، غشا سیتوپلاسمی کمتر تخریب می‌شود، مطابقت دارد. در شرایط تنش پایداری غشاء سیتوپلاسمی تغییرات قابل ملاحظه‌ای از خود نشان می‌دهد. در این رابطه نیز گزارش شده است که ژنوتیپ‌های مختلف چغندرقد زمانی که در معرض تنش قرار می‌گیرند از نظر پایداری غشاء سیتوپلاسمی با یکدیگر متفاوت بوده و اختلاف معنی‌داری دارند (Vazan, 2000)، در این آزمایش نیز بین هیبریدهای ذرت از لحاظ میزان تراوش یون و پایداری غشا تفاوت معنی‌داری وجود دارد. در اثر پیری ناشی از تنش شوری، نفوذپذیری غشا تحت تأثیر قرار می‌گیرد و میزان پایداری غشا کاهش می‌یابد (Kaya *et al.*, 2002). گزارش شده که پیری برگ در هیبریدهای حساس تر سورگوم بیشتر می‌باشد و احتمالاً به‌هم خوردن تعادل هورمونی در اثر شوری مربوط می‌شود (Lacerda *et al.*, 2003). همچنین گزارش شده است که افزایش غلظت سدیم باعث می‌شود که در غشاء سلولی سدیم در محیط کشت جانشین کلسیم شده و این امر منجر به افزایش تراوش غشا و کاهش پایداری آن می‌گردد (Winslow and Sminoff, 1984). منصور و

جدول ۱- مقادیر میانگین مربعات در تجزیه واریانس داده های مربوط به میزان پایداری غشا در سه زمان مختلف پس از غوطه ور شدن نمونه ها در آب

Table 1- values of mean squares in the analysis of variance of the data leaf membrane stability at three different times after soaking in water

S.O.V	df	Memberan satability at 15min	Memberan satability at 60min	Memberan satability at 120min
تکرار Replication	2	38395.66**	22745.06**	214235.25**
تنش شوری Salt (S)	3	24156.78**	3570.09**	22403.87**
خطای اصلی Ea	6	255.03	234.11	131.64
رقم Variety (V)	6	16586.03*	34121.78**	34150.78**
S×V تنش شوری در رقم	18	1263.24ns	222.52ns	159.27ns
خطای فرعی Eb	48	5325.57	3058.34	3632.92
C.V (%)		7.21	6.07	7.14

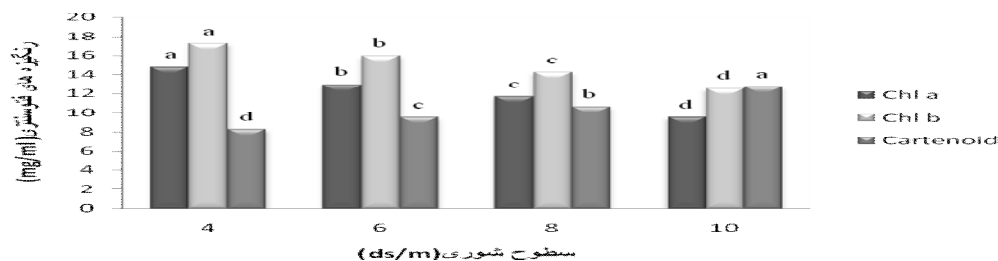
ns. * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد هستند

**and *: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively, ns: Non- Significant

همکاران (Ashraf et al., 1994)، کومار و همکاران (Kummar et al., 2003)، سلطان و همکاران (Sultana et al., 1999) و اونسل و همکاران (Oncel et al., 2000) مطابقت دارد.

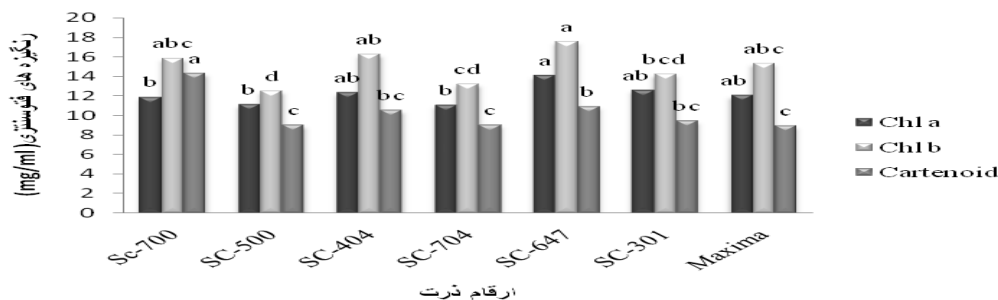
کاروتنوئید: در اثر تنش شوری افزایش بسیار معنی داری در میزان کاروتنوئید مشاهده شد اما اثر برهمکنش شوری در هیبرید غیر معنی دار بود (جدول ۲). با افزایش سطوح شوری میزان کاروتنوئید افزایش یافت به طوری که بیشترین میزان (۱۲/۷ میلی گرم بر میلی لیتر) مربوط به بالاترین سطح شوری و کمترین (۸/۲۷ میلی گرم بر میلی لیتر) مربوط به پایین ترین سطح (۴ ds m⁻¹) بود (شکل ۲). در مقایسه بین ارقام به کار رفته در این آزمایش نیز مشخص گردید که هیبرید Ksc700 بالاترین مقدار این رنگیزه را دارد.

همچنین گزارش شده که تنش غلظت کلروفیل b را بیشتر از کلروفیل a کاهش می دهد (Ashraf et al., 1994). کومار (Kummar et al., 2003) در بررسی ارقام توت فرنگی گزارش کرد در ارقام مقاوم تر، کلروفیل کمتر تجزیه می گردد. سلطان و همکاران (Sultana et al., 1999) گزارش نمودند کاهش مقدار کلروفیل در گیاهان تحت تنش شوری ممکن است به علت افزایش فعالیت آنزیم تجزیه کننده کلروفیل یعنی کلروفیلاز باشد. اونسل و همکاران (Oncel et al., 2000) بیان کردند که در شرایط تنش از بین کمپلکس های دریافت کننده نور کلروفیل b آسیب بیشتری می بیند که باعث کاهش کلروفیل b در کلروپلاست و افزایش نسبت a به b تحت تنش خواهد شد. نتایج به دست در این آزمایش با نتایج کاستریلو و کالکارگو (Castrillo and Calcargo, 1989)، اشرف و



شکل ۴- مقادیر میانگین رنگیزه های فتوسنتزی در سطوح مختلف شوری. اختلاف ستون هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل ۵٪ (LSD) معنی دار نیست.

Figure 4 - Mean values Photosynthetic pigments at different levels of salinity. Differences of the columns that have the same letters not statistically significant at 5% (LSD) level of significance.



شکل ۵- مقادیر میانگین رنگیزه‌های فتوسنتزی در ارقام مختلف ذرت: محور افقی شامل ارقام ذرت و محور عمودی، رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌باشد. اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح حداقل ۵٪ (LSD) معنی‌دار نیست.

Figure 5- Mean values of Photosynthetic pigments at different hybrids: The horizontal axis, hybrids and vertical axis, Photosynthetic pigments. Differences of the columns that have the same letters not statistically significant at 5% (LSD) level of significance.

جدول ۲- مقادیر میانگین مربعات حاصل از نتایج تجزیه واریانس صفات کلروفیل a، کلروفیل b، کاروتنوئید

Table 2- Values of mean squares in the analysis of variance of the data regarding of chlorophyll a, chlorophyll b, carotenoids

S.O.V	df	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Cartenoid
تکرار Replication	2	2.37ns	28.98**	15.79*
تنش شوری Salt(S)	3	101.89**	87.38**	75.65**
خطای اصلی Ea	6	0.92	0.28	0.65
رقم Variety(V)	6	12.56*	37.71**	44.33**
S×V تنش شوری در رقم	18	1.31ns	1.23ns	1.02ns
خطای فرعی Eb	48	6.17	10.61	3.88

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد هستند

** and *: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively, ns: Non- Significant

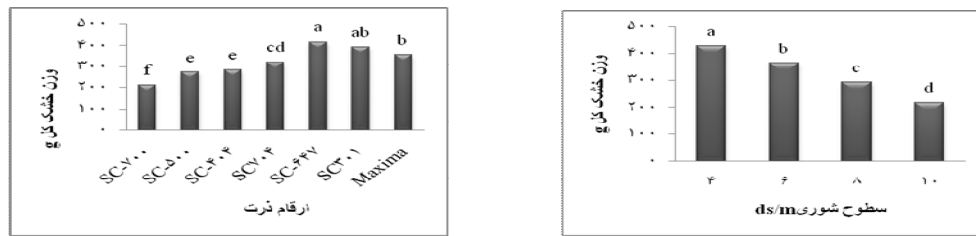
و تولید ماده خشک و در نهایت موجب کاهش وزن خشک کل می‌گردد (Munns, 2006). به‌طور کلی نتایج آزمایشات نشان می‌دهد که در میزان وزن خشک کل گیاه یک روند کاهشی تحت تأثیر شوری مشاهده می‌گردد. دلیل این موضوع کاهش سطح فتوسنتزکننده و مصرف بیش از حد انرژی در جهت کنترل و کاهش اثر تنش شوری با افزایش غلظت NaCl برای برقراری تعادل یونی و اسمزی به‌منظور جلوگیری از سمیت یون‌ها و نیز حفظ آماس سلولی می‌تواند از علل عمده کاهش وزن خشک و در نهایت کاهش عملکرد ماده خشک در بسیاری از گیاهان نظیر سیاهدانه، زیره سبز، گندم و جو باشد (Kerepesi and Galiba, 2000). همچنین در زمینه تأثیر شوری بر گیاه ذرت گزارش شده که شوری ناشی از کلرور سدیم باعث کاهش میزان رشد نسبی و در نتیجه کاهش ماده خشک کل گیاه می‌گردد (Abid et al., 2001). همچنین وزن خشک کمتر، در ارقام حساس احتمالاً به دلیل تخصیص مصرف انرژی خارج سلولی گیاه جهت تنظیم اسمزی در شرایط تنش و در نتیجه مصرف انرژی بیشتر در این راستا است (Srikanthbabu, 2002). وزن خشک کل یا همان بیوماس به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های رشدی تعیین‌کننده عملکرد دانه است (Noormohamadi et al., 2009).

هیبرید ماکسیم نیز پایین‌ترین مقدار را دارا بود اگرچه از این نظر با هیبریدهای Ksc704، Ksc500، Ksc404 و Ksc301 اختلاف آماری نداشت (شکل ۳). در همین رابطه جان و همکاران (Juon et al., 2005) گزارش نمودند مقدار کلروفیل و کاروتنوئیدها را در هنگام تنش شوری می‌توان به‌عنوان یکی از شاخص‌های مقاومت به نمک در گیاهان ذکر کرد. در بررسی تنش شوری بر روی ارقام ذرت افزایش کاروتنوئیدها و کاهش کلروفیل a و b، توسط مولر و همکاران (Muller et al., 2010) گزارش گردید.

وزن خشک کل: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنش شوری، هیبرید در سطح ۱ درصد، معنی‌دار، اما اثر متقابل هیبرید در شوری غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در اثر تنش شوری وزن خشک کل کاهش یافت به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک کل از پایین‌ترین سطح شوری به‌دست آمد (شکل ۶ الف). در بین ارقام موجود در این آزمایش رقم Ksc647 بالاترین میزان وزن خشک کل (۴۱۸/۹۳ گرم در بوته) و رقم Ksc700 کمترین میزان وزن خشک کل (۲۱۴/۲۹) را دارا بود (شکل ۶ ب). اکثر گزارشات حاکی از این است که شوری سبب کاهش رشد

شوند.

بنابراین هیبریدهای واجد مقادیر بالاتر از نظر این صفت می‌توانند به‌عنوان هیبریدهای با عملکرد بالاتر در شرایط تنش شوری قلمداد



شکل ۶- الف) مقادیر میانگین وزن خشک کل (گرم در بوته) در سطوح مختلف شوری، ب) مقادیر اثر اصلی وزن خشک کل (گرم در بوته)

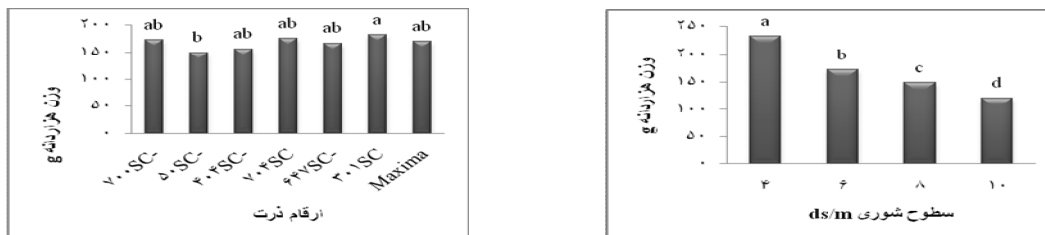
هیبریدهای ذرت. اختلاف ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح ۵٪ معنی‌دار نیست.

Figure 6- Mean values of total dry weight (g per plant) under different salinity levels (right), and total dry weight (g per plant) values of different cultivars of maize (left). Different columns that have the same alphabetical statistically significant in at least 5% (LSD) is not significant.

در بین دانه‌های کمتر، وزن هزار دانه افزایش یابد، اما در این تحقیق با تشدید تنش شوری، اندازه بلال‌ها کوچک‌تر شده و تولید مواد فتوسنتزی و متعاقب آن وزن هزار دانه کاهش یافته است. این کاهش می‌تواند ناشی از اختلالی باشد که تحت این شرایط در گرده افشانی و دانه‌بندی ایجاد می‌گردد و در ساخت و ساز مواد غذایی نیز اختلال به‌وجود می‌آید و درصد کمی از دانه‌ها به‌طور کامل تشکیل می‌شوند، که با نتایج به‌دست آمده توسط مظفر و همکاران در گیاه گندم مطابقت دارد.

وزن هزار دانه: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر شوری

در سطح ۱ درصد و اثر هیبرید در سطح ۵ درصد بر صفت مذکور معنی‌دار بوده اما اثر متقابل غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳). با افزایش سطوح شوری وزن هزار دانه کاهش یافت به‌طوری‌که بیشترین وزن هزار دانه (۲۳۳/۵) از پایین‌ترین سطح شوری به‌دست آمد (شکل ۷ الف). در بین ارقام موجود در این پژوهش رقم Ksc301 بیشترین و رقم Ksc500 کمترین وزن هزاردانه را دارا بودند (شکل ۳ ب). به‌طور کلی در شوری‌های بالاتر با کاهش درصد باروری بلال، انتظار می‌رفت که با کم شدن تعداد دانه و توزیع منابع تأمین‌کننده وزن دانه



شکل ۷- الف) مقادیر میانگین وزن هزار دانه در سطوح مختلف شوری، ب) مقادیر اثر اصلی (اثر ساده رقم) وزن هزاردانه هیبریدهای ذرت. اختلاف

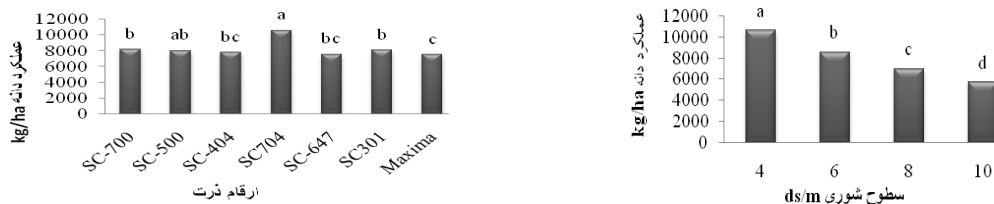
ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح ۵٪ معنی‌دار نیست.

Figure 7- Mean values of thousand seeds under different salinity levels (right), and thousand seeds values of different cultivars of maize (left). Different columns that have the same alphabetical statistically significant in at least 5% (LSD) is not significant.

هیبریدهای موجود، بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب مربوط به هیبریدهای Ksc704 و ماکسیمما بود (شکل ۸ ب). با افزایش شوری، عملکرد دانه روند کاهشی داشته که می‌تواند به دلیل کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی و کاهش میزان فتوسنتز گیاه و انتقال مواد به دانه‌ها باشد.

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر شوری و

هیبرید بر عملکرد دانه معنی‌دار، اما اثر متقابل هیبرید در شوری غیرمعنی‌دار بود (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که با افزایش شوری میزان عملکرد دانه کاهش یافت به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه (۱۰۶۱۰ کیلوگرم در هکتار) از پایین‌ترین سطح شوری به‌دست آمد (شکل ۸ الف). در بین



شکل ۸- الف) مقادیر میانگین عملکرد دانه در سطوح مختلف شوری، ب) مقادیر اثر اصلی (اثر ساده رقم) عملکرد دانه هیبریدهای مختلف ذرت. اختلاف ستون‌هایی که دارای حروف الفبایی مشابه هستند از لحاظ آماری در سطح ۵٪ معنی‌دار نیست.

Figure 8- Mean values of grain yield under different salinity levels (right), and grain yield values of different cultivars of maize (left). Different columns that have the same alphabetical statistically significant in at least 5% (LSD) is not significant.

جدول ۳- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اجزای عملکرد و عملکرد دانه

Table 3- Values of mean squares in the analysis of variance of the data regarding of yield and yield component

منابع تغییر (S.O.V)	df	Total dry weight	1000 grain weight	Grain yield
تکرار Replication	2	35907.68***	37513.05***	286.7ns
تنش شوری Salt (S)	3	163128.87**	490.31**	92971273**
خطای اصلی Ea	6	2394.57	3.88	356865
رقم Variety (V)	6	6197.71**	14.84*	1585349*
تنش شوری در رقم S×V	18	4126.98 ns	7.03ns	356107ns
خطای فرعی Eb	48	2591.42	7.61	1639208

ns: Not Significant, * and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

می‌دهند با گذشت زمان که میزان تأثیرگذاری شوری بر غشا افزایش می‌یابد رابطه همبستگی بین پایداری غشا و عملکرد دانه قوی‌تر می‌گردد. به طوری که این همبستگی در زمان ۱۵ دقیقه غیرمعنی‌دار اما در زمان ۱۲۰ دقیقه بسیار معنی‌دار بود.

همبستگی بین صفات با عملکرد دانه: همانطور که در جدول ۴ دیده می‌شود همبستگی پایداری غشا با عملکرد دانه در زمان ۱۵ دقیقه اول غیرمعنی‌دار بود ($r = 0.19$ ns)، اما در زمان ۱۲۰ دقیقه ($r = 0.61$ **) این همبستگی معنی‌دار گردید. همانطور که نتایج نشان

جدول ۴- همبستگی بین صفات پایداری غشا (membrane stability) در ۱۵، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه، کلروفیل a (chlorophyll a)، کلروفیل b (Chlorophyll b)، کاروتنوئید (Carotenoid)، وزن خشک کل (Total dry weight)، وزن هزارانه (weight 1000 seed) با عملکرد دانه

Table 4- Correlation between the values of the parameters of membrane stability, chlorophyll a and b and carotenoid, Total dry weight and weight 1000 seed with yield

	M.S(15)	M.S(60)	M.S(120)	Chl a	Chl b	Cart	T.D.W	W.1000.S	G.Y
Membrane stability on 15min	1								
Membranes stability on 60min	0.36ns	1							
Membrane stability on 120min	0.44ns	0.55**	1						
Chlorophyll a	0.15ns	-0.42ns	0.46ns	1					
Chlorophyll b	-0.41ns	-0.41ns	-0.65**	-0.45ns	1				
Carotenoid	0.36ns	0.56**	0.61**	-0.36ns	-0.56**	1			
Total dry weight	-0.51**	-0.17ns	0.27ns	-0.43*	0.51**	-0.21 ns	1		
weight 1000 seed	0.29ns	0.36 ns	0.41ns	0.25ns	0.51*	0.41 ns	0.71**	1	
Grain yield	0.19ns	0.41 ns	0.63**	-0.49ns	0.54**	-0.31ns	0.74**	0.93**	1

ns: Not Significant, * and **: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

بین کلروفیل b ($r = 0.54$ **) و همبستگی منفی و غیرمعنی‌دار

نتایج همبستگی نشان‌دهنده همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار

مثبت و بسیار معنی‌داری ($r = 0.63^{**}$) با عملکرد دانه دارا بود بنابراین کاهش پایداری غشا و افزایش نشت یون باعث کاهش عملکرد دانه می‌گردد. در این پژوهش در بین هیبریدهای مورد آزمایش هیبرید SC-704 به‌علت دارا بودن بالاترین میزان کلروفیل، پایداری غشا (دارا بودن کمترین نشت یونی) و بالاترین عملکرد دانه در شرایط مورد آزمایش، مقاوم‌ترین هیبرید در بین هیبریدهای مورد مطالعه در این تحقیق شناخته شده و جهت کاشت در چنین شرایطی پیشنهاد می‌گردد. اما هیبرید ماکسیما به دلیل دارا بودن پایین‌ترین وزن هزاردانه، عملکرد و کمترین پایداری غشا به‌عنوان حساس‌ترین هیبرید به شوری در بین هیبریدهای موجود در این آزمایش معرفی می‌گردد.

کاروتنوئید ($r = -0.31$ ns) با عملکرد دانه می‌باشد (جدول ۴). همبستگی بین وزن خشک کل و عملکرد دانه ($r = 0.74^{**}$) و وزن هزاردانه با عملکرد دانه ($r = 0.93^{**}$) مثبت و بسیار معنی‌دار بود. در بین تمامی صفات مورد بررسی و مخصوصاً در بین اجزا عملکرد، وزن هزاردانه بالاترین همبستگی را با عملکرد دانه دارا بود (جدول ۴).

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده در این پژوهش نشان‌دهنده این است که تحت شرایط تنش شوری میزان پایداری غشا کاهش می‌یابد و از آن‌جایی که علت این کاهش تراوش یون‌ها به بیرون از محیط غشا با پاره شدن غشا می‌باشد بنابراین در جهت عکس این پارامتر میزان نشت یونی افزایش می‌یابد و همانطور که ذکر شد پایداری غشا همبستگی

References

1. Abid, M., Qayyum, A., Dasti, A. A., and Abdulvajid, R. 2001. Effect of salinity and SAR of irrigation water on yield, physiological growth parameters of Maize (*zea mays* L.) and properties of the soil. Journal Research Science 12(1): 26-33.
2. Ahmadi, A., Ehsanzadeh, P., and Jabbari, F. 2007. Introduction to Plant Physiology University of Tehran Press. Pp: 680.
3. Allakhverdiev, S.L., Sakamoto, A., Nishiyama, Y., Inaba, M., and Murata, N. 2000. Ionic and osmotic effects of NaCl-induced in activation of photo system I and II in *Synechococcus* sp. Journal Plant Physiology 23: 1047-56.
4. Ashraf, M. Y., Azmi, A. R., Khan, A. H., and Ala, S. A. 1994. Effect of water on total phenols, peroxidase activity and chlorophyll content in wheat. Acta Physiologiae Plantarum 16:185-191.
5. Braeken, K., Moris, M., Daniels, R., Vanderleyden, J., and Michiel, J. 2006. New horizons for ppGpp in bacterial and plant physiology. Trends Microbiology 14: 45-54.
6. Castrillo, M., and Calcargo, A. M. 1989. Effect of water stress and dewatering on ribulose 1, 5-bisphosphate carboxylase activity, chlorophyll and protein contents in two cultivars of tomato. Iran, Journal Horticulture Science 64: 717-724.
7. Dadashi, M. R., MajidiHeravan, I., Soltani, A., and Noorinia, A. A. 2007. Evaluation of different genotypes of barley to salinity salt stress. Journal Agriculture Science. Islamic Azad University13 (1): 181-190. (in Persian with English abstract).
8. Emam, Y. 2009. Cereal Crop. Publications Shiraz University Publication. Third Edition. Pp19 (in Persian).
9. Heribert, H. 2009. Plant Stress Biology. Edited by H., Hirt. Published by J. Wiley. Pp257.
10. Jaleel, C. A., Manivannan, P., Wahid, A., Farooq, M., and Dmjm, H. 2009. Drought stress in plants: a review on morphological characteristics and pigments composition. Journal Agriculture and Biology 11: 100-105.
11. Juon, M., Rivero, R. M., Romero, L., and Ruiz, J. M. 2005. Evaluation of some nutritional and biochemical indicator selecting salt-resistant tomato cultivars. Journal Environment and Experiment Botany 193-201.
12. Kameli, A., and Losel, D.M. 1993. Carbohydrates and water status in wheat plants under water stress. New Phytology 125: 609-614.
13. Kaya, C., Kirnak, H., Higgs, D., and Satali, K. 2002. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown at high (NaCl) salinity. Journal Horticulture Science 93: 65-74.
14. Kerepesi, H., and Galiba, G., 2000. Osmotic and salt stress induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedling. Crop Science 40: 482-487.
15. Kummar, S. G., Matta Reddy, A., and Sudhakar, C. 2003. NaCl effects on proline metabolism in two high yielding genotypes of mulberry with contrasting salt tolerance. Plant Science 165: 1245-1251.
16. Lacerda, C.F.D., Cambraia, J., Oliva, M.A., Ruiz, H.A., and Prisco, J.T. 2003. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. Journal Environmental and Experimental Botany 49: 107-120.
17. Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophyll and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Method Enzymol 148 (1): 350-382.
18. Macky, J. 1993. The wheat root, in: proceedings of the 4th International wheat genetics Symposium, University of Missouri. PP, 827-842.

19. Mahajan, S., and Tuteja, N. 2005. Cold, salinity and drought stresses: an overview. Archives of Biochemistry and Biophysics 444 (2): 139-158.
20. Maghsoudi Mud. A. A, 2008 .Physiology, morphology and anatomy tolerance in wheat. Publication Shahid Bahounar University. Kerman. Iran. P233. (in Persian).
21. MaghsoudiMoud, A., and Maghsoudi, K. 2008. Salt stress effects on respiration and growth of germinated seed of different wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Journal Agriculture Science 4 (3): 351-358.
22. Mansour, F. M. M., and Salama, K. H. A. 2004. Cellular basis of salinity tolerance in plant. Environment and Experiment Botany.
23. Ma, W., Charles, T.C., and Glick, B.R. 2004. Expression of an exogenous 1-Aminocyclopropane1-carboxylate-aminase gen in *Synorhizobium meliloti* increases its ability to nodulate alfalfa. Journal Environmental Microbiology.
24. Mirmohamadi meybodi, Ciyadat, Gh., and Ghareyazi, B. 2003. Physiological aspects of plant breeding salinity. Isfahan University Publication Center. Pp247. (in Persian).
25. Mozafar, A., and Good, J. R. in. 1986. Salt tolerance of two different drought tolerance wheat genotypes during germination and early seedling growth Plant and Soil 96: 250-30.
26. Muller, T., Lutchwager, D., and Lentzsch, P., 2010. Recovery from drought stress at the shooting stage in oilseed rape (*Brassica napus* L.) J. of Agronomy and crop Science 196 (2): 81-89.
27. Munns, R. 2006. Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cellular and Environment Science 25 (2): 239-250.
28. Nordby, D.E., Alderks, D.L., and Emerson, N. 2012. Planting date and plant population effects on corn yield. Crop Science 2: 13-26.
29. Noormohamadi, Gh, Ciyadat, A., and Kashani, A. 2009. Cereal Agronomy. Ahvaz University Publication. Ahvaz Iran. 1(8). Pp.441.
30. Oncel, I., Kelesand, Y., and Ustuh, A. S. 2000. Interactive of temperature and heavy metal stress on the growth and some biological compounds in wheat seedling. Journal of Environmental Pollution 107(2): 315-320.
31. Qingfeng, M., Peng, H., Liang, W., Xinping, C., Zhenling, C., and Fusuo, Z. 2013. Understanding production potentials and yield gaps in intensive maize production in China. Field Crops Research 143: 91-97.
32. Saleem, A., Saleem, U., and Sublani, G. M. 2007. Correlation and path coefficient analysis in maize (*Zea mays* L.). Journal of Agricultural Research 45: 110-114.
33. Sultana, N., Ikeda, T., and Itoh, R. 1999. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grain. Environment and Experiment Botany 42: 211-220.
34. Summart J., Thanonkeo, P., Panichajakul, S., Prathepha, P., and Mc Manse, M. T. 2010. Effect of salt stress on growth, inorganic ion and proline accumulation in Thai aromatic rice, KahoDawk Mail 105, Callus Culture 9 (2): 145-152.
35. Srikanthbabu. R. 2002. Identification of pea genotypes with enhanced thermo tolerance using temperature induction response. Journal Plant Physiology 159: 535-545.
36. Telesinski, A., Nowak, J., Smolik, B., Dubowska, A., and Skrzyiec, N. 2008. Effect of soil salinity on activity of antioxidant enzymes and content of ascorbic acid and phenols in bean plants. Journal Elemental. 13: 401-409.
37. Ur. Rahman, M., Gul, S., and Ahmad, I. 2004. Effect of water Stress on growth and Photosynthetic pigments of corn (*Zea mays* L.) cultivars. International Journal of Agriculture and Biology 6 (4): 625-655.
38. Vazan, S. 2000. Evaluation of chlorophyll fluorescence and photosynthesis efficiencies in *Beta vulgaris* genotypes' under drought and no drought stress. Islamic Azad University, OloumThahghighat Tehran.
39. Winslow, M. D., and Sminoff, N. 1984. Techniques used, to breeder's nurses' for drought resistance, botany, Brikbeck College, Maletwicie 7H X England Rachis. 3: 45-46.
40. Zhao, G. Q., and Ma, B. L. 2007. Growth, gas exchange, chlorophyll fluorescence and ion content of naked oat in response to salinity. Crop Science 47: 123-13.



Evaluation of Grain Yield and Physiological Traits of Seven Hybrids (*Zea mays* L.) Maize under Different Levels of Saline Water

M. Askary^{1*} - A. Maghsoudi moud² - V. Saffari³ - A. Askary⁴

Received: 30-06-2015

Accepted: 28-05-2016

Introduction: In order to evaluate the effects of salt stress on membrane stability, chlorophyll a and b, carotenoids, yield components and grain yield of seven maize hybrids (Ksc700, Ksc500, KSc704, Ksc301, Ksc647) (Iranian hybrids) and Ksc404 and maxima (foreign hybrids), a test was conducted in research field of faculty of agriculture in Shahid Bahonar University of Kerman, Iran in 2011 using plot splits in the form of complete random block with three replications. The main plots included four salinity water of irrigation water with electrical conductivity of four, six, eight and 10 dS/m, respectively, and subplots, including the mentioned hybrids. According to the results, increase of salinity level led to decrease of all evaluated traits, with exception of carotenoids, in a way that the highest level of measured traits were obtained from the lowest salinity level. Calculation of correlation coefficients between the traits demonstrated a positive and significant correlation between grain yield and membrane stability in 120 minutes ($r=0.61^{**}$) and grain yield and the 1000-grain weight ($r=0.93^{**}$). In this research, the minimum and maximum amount of grain yield were estimated as 10610 and 5750 kg/ha, respectively, in salinity level of 4 and 10 Ds/m. Moreover, among the hybrids, the Ksc704 hybrid had the highest level of membrane stability and grain yield in the evaluation condition, and was introduced as the salt tolerant hybrid for culture in such conditions.

Materials and Methods: This experiment was done in experimental field of the Faculty of Agronomy of the University of Shahid Bahonar Kerman, Iran, located in latitude 30°N, longitude 57°E and altitude 1754 m above sea level in 2012. The experiment was carried in split plot in the Complete Block design with three replications. The main plots were four salinity levels (4, 6, 8 and dS10) where in the subplots seven maize hybrids included Ksc700, Ksc500, Ksc404, Ksc704, Ksc647, Ksc301 and Maxima that were prepared from Kerman Research Center. Excel software was used for mean comparisons using a multiple range test (LSD) test that was performed at the 5% level.

Measuring the stability of the membrane: From each experimental unit a plant is randomly selected, a leaf in the same position is separated and washed thoroughly with distilled water and dried by drying paper, so the circular pieces of paper is cut by punch and immediately were recorded and kept on lidded tube containing 5 ml of distilled water. Conductivity meter machine was adjusted for two hours to record and store every 3 minutes the electrical conductivity of the solution. The gained measurements were analyzed and regressed in the relevant time period. Given that in most cases a second degree between the data is fitted, the slope of the acquired line in the first 15 minutes is estimated while a linear function on the data and in each case were considered as an indicator of the stability of the membrane and hence the predicted values of electrical conductivity by graphs were counted according to equation 1 for the three times of 60, 15 and 120 minutes; consequently the obtained numbers for these three times were used according to the factorial model in a completely randomized design on the analysis of variance. It is assumed that an increase in the electrical conductivity of the solution was in contact with the leaf samples from leaking continuously ions in the solution and the rate of leakage reflects the stability of the membrane at the exit of ions.

Measurements of Leaf pigments (Chlorophyll and carotenoid concentrations): Chlorophyll (Chl a, b) and carotenoid content of the youngest fully expanded leaves was estimated at midday. Samples of 0.5g were taken from the collected leaves. Subsequently, 0.25g of each sample was extracted by 80% acetone and put in

1. Ph.D Student Department of Agronomy and Plant Breed, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Iran
 2. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breed, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran
 3. Associate Professor of Hortical Science, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran
 4. Graduated of Plant Breed, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran
- (* - Corresponding Author Email: Mahdiye.askary@yahoo.com)

the freezer at -5°C for 24h. For each replicate (plant), chlorophyll content was the result of the average of 5 measurements on the same leaf.

Results and Discussion: Mean comparison showed salt stress has significant effects on ion leakage at three times and includes 15, 60 and 120 minutes after samples were in water. Results showed that ion leakage content increased in salt stress and with the passage of time, therefore, membrane stability decreased. The highest and lowest membrane stability were minimum of 15 minutes and maximum of 120 minutes. At the highest time, membrane stability decreased in salt stress compared to the control. At 120th minute, the highest and the lowest membrane stability monitored from Ksc704 and Maxima hybrids respectively. The highest Chl a, b obtained from of Ksc647 hybrid. Carotenoid content increased under salt stress. The highest and lowest carotenoid content obtained under salt stress and normal condition respectively. Among hybrids, Ksc700 hybrid showed the highest and Maxima showed lowest (unless were no significant differences with Ksc404, Ksc500, Ksc704, Ksc301) carotenoid content respectively. Analysis of variance showed a significant difference between hybrids about total dry weight. The highest and lowest dry weight obtained under normal condition and salt stress respectively. Among hybrids, Ksc647 hybrid and Ksc700 hybrid showed the highest and the lowest total dry weight respectively. So hybrids have higher levels of this trait can be introduced as hybrids with higher yield in saline conditions. The highest and lowest grain weight obtained from normal condition and salt stress respectively. Among hybrids, Ksc301 hybrid and Ksc700 hybrid showed the highest and the lowest grain weight respectively. The highest and lowest grain yield obtained from normal condition and salt stress respectively. Among hybrids, Ksc704 hybrid and Maxima hybrid showed the highest and the lowest grain yield respectively.

Conclusions: The main goal of this study was selection of resistant hybrid that contain higher grain yield. Where in this study the Ksc704 hybrid demonstrate the highest membrane stability, photosynthetic pigment and the highest yield among the displayed hybrids to be introduced as resistant hybrid with respect to other tested hybrids.

Keywords: 1000-grain weight, Ksc704, Membrane Stability, Photosynthetic pigments, Salinity