



تأثیر اکسین، سیتوکینین و الگوی کاشت بر عملکرد دانه و شاخص‌های تحمل به شوری ذرت

داوود دوانی^۱، مجید نبی‌پور^{۲*} و حبیب‌اله روشنفکر دزفولی^۳

^۱ دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه شهید چمران اهواز و مدرس مرکز،
تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بوشهر، ^۲ استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات،
دانشگاه شهید چمران اهواز، ^۳ دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید چمران اهواز
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۰

چکیده

سابقه و هدف: شوری خاک و آب آبیاری از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. ذرت به دلیل تنوع، سازگاری و ارزش غذایی فراوان در ردیف بهترین گیاهان زراعی قرار دارد و در سطح جهانی از نظر میزان تولید در رتبه اول است. الگوی کاشت بوته‌ها می‌تواند بر دسترسی آنها به نور، آب و عناصر غذایی مؤثر باشد. سیتوکینین از طریق تجمع کلروفیل و تبدیل اتیوپلاست به کلروپلاست و جمع‌آوری رادیکال‌های آزاد پیری برگ را به تعویق می‌اندازد. اکسین‌ها نیز نقش بسیار مهمی در تحمل گیاهان به تنش شوری دارند. اکسین در انتقال کربوهیدرات‌ها در زمان تولید آن‌ها نقش دارد. لذا هدف از این تحقیق بررسی اثر زمان محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد سیتوکینین و اکسین بر شاخص‌های تحمل به شوری ذرت دانه‌ای تحت الگوهای مختلف کاشت در شرایط شوری بود.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بوشهر در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. الگوی کاشت (یک ردیف روی پشته، دو ردیف طرفین پشته به صورت زیگزاگ و یک ردیف کف فارو) به عنوان فاکتور اصلی و مصرف یا عدم مصرف تنظیم کننده (عدم مصرف، مصرف سیتوکینین در مرحله V₈-V₁₀ و مصرف اکسین در زمان ظهور ابریشم) در کرت‌های فرعی بررسی گردید. هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک برابر با ۵/۲ و آب مزرعه برابر

*مسئول مکاتبه: nabipourm@yahoo.com

با ۴ دسی‌زیمنس بر متر بود. فاصله بوته‌ها روی ردیف در الگوی کاشت یک ردیفه و کف فارو برابر با ۱۷/۵ و در روش دو ردیفه برابر با ۳۵ سانتی‌متر بود و بدین ترتیب تراکم بوته برای تمامی تیمارها ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار بود. از بنزیل آدنین و ایندول بوتریک اسید به ترتیب به عنوان تنظیم‌کننده‌های سیتوکینین و اکسین استفاده شد که به ترتیب با غلظت ۵۰ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر محلول‌پاشی شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که کاشت دو ردیفه و کف فارو نسبت به الگوی کاشت معمول عملکرد دانه را به ترتیب ۳۰/۶ و ۴۳/۴ درصد افزایش دادند. الگوی کاشت کف فارو بیشترین مقدار کلروفیل a و b و کارتنوئید، محتوای نشاسته و K^+ را داشت در حالی که بیشترین مقدار نفوذپذیری نسبی غشاء و Na^+/K^+ به الگوی کاشت معمول اختصاص داشت. مصرف سیتوکینین و اکسین منجر به افزایش عملکرد دانه به ترتیب به میزان ۳۴/۳ و ۴۳/۵ درصد شد. نفوذ پذیری نسبی غشاء و Na^+/K^+ با مصرف تنظیم‌کننده کاهش یافت و کمترین مقدار به ترتیب برابر با ۲۶/۲۹ و ۰/۲۷ به تیمار اکسین اختصاص داشت. میزان کلروفیل a, b و کارتنوئید و محتوای نشاسته با مصرف تنظیم‌کننده‌های رشد افزایش نشان داد و بیشترین مقدار با مصرف اکسین به دست آمد. بیشترین میزان پرولین (۴/۰۶) (میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) به الگوی کاشت معمول همراه با مصرف اکسین مربوط بود در حالی که کمترین میزان پرولین (۲/۳۲) (میلی‌گرم) به تیمار الگوی کاشت دو ردیفه و بدون مصرف تنظیم‌کننده اختصاص داشت. در هر سه الگوی کاشت بیشترین میزان کل قندهای محلول بدون مصرف تنظیم‌کننده به دست آمد. همچنین در الگوهای مختلف کاشت بیشترین میزان یون سدیم بدون مصرف تنظیم‌کننده به دست آمد در حالی که کمترین میزان یون سدیم با تیمار اکسین مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی نتایج نشان داد که تغییر الگوی کاشت به کف فارو و محلول‌پاشی سیتوکینین در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی و اکسین در زمان ظهور ابریشم به ترتیب با غلظت ۵۰ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش تحمل به شوری ذرت گردید.

واژه‌های کلیدی: پرولین، ظهور ابریشم، کف فارو.

مقدمه

سهم زمین‌های کشاورزی در دنیا که متأثر از شوری هستند در حال توسعه بوده و سهم ایران برابر ۲۷ میلیون هکتار می‌باشد (۴۱). شوری یکی از مهمترین فاکتورهای محدود کننده رشد و باروری گیاهان است (۱۰). شوری از رشد گیاهان می‌کاهد و تولید محصول هم در نتیجه بر هم خوردن تعادل در جذب عناصر ضروری و آب و تنش اکسیداتیو کاهش می‌یابد (۳۶).

گیاه ذرت به دلیل تنوع، سازگاری و ارزش غذایی فراوان در ردیف بهترین گیاهان زراعی قرار دارد و در سطح جهانی از نظر میزان تولید در رتبه اول قرار دارد (۲۰). با توجه به نیاز روزافزون کشور به تامین مواد غذایی و تولید فرآورده‌های دامی و سهم ذرت در جیره غذایی طیور بررسی عوامل مهم افزایش تولید این محصول استراتژیک اهمیت زیادی پیدا کرده است (۳۹). نظر به اینکه ذرت جزو گیاهان نیمه حساس به شوری طبقه‌بندی می‌شود (۳۵). شناسایی روش‌هایی که موجب کاهش اثر شوری شده و تا حد ممکن از افت عملکرد ذرت جلوگیری نمایند، می‌تواند یکی از روش‌های مقابله با این معضل باشد (۲). از این رو تعیین الگوی مناسب کاشت بوته‌ها در واحد سطح به منظور افزایش تولید در واحد سطح در شرایط شوری از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد (۱۸). الگوی کاشت بوته‌ها می‌تواند بر دسترسی آن‌ها به نور، آب و عناصر غذایی مؤثر باشد (۱۰). مطالعات انجام شده پیرامون الگوی کاشت ذرت در کشور بیشتر در رابطه با کاشت یک و دو ردیفه و در شرایط غیر شور می‌باشد. در حالی که روش‌های کاشت در شرایط شور با روش‌های متداول کاشت در شرایط غیر شور متفاوت می‌باشد. در الگوی کاشت کف فارو به دلیل شستشوی املاح از اطراف ریشه ذرت، اثرات ناشی از تنش شوری کاهش یافته و استقرار ریشه‌های هوایی که عامل مهمی در کاهش ورس هستند، توسعه زیادی می‌یابند (۱۲).

همچنین نشان داده شده است که تنظیم کننده‌های رشد گیاهی تحمل به شوری را از طریق تعدیل بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی و مکانیسم‌های بیوشیمیایی افزایش می‌دهند (۲۱). میزان کافی سیتوکینین برای رشد و نمو طبیعی ضروری است (۱۵). از طرفی افزایش در شوری همراه با کاهش انتقال سیتوکینین از ریشه به بخش‌های هوایی گیاه می‌باشد (۴۷). تصور می‌شود تغییرات ایجاد شده در سطوح سیتوکینین در بافت گیاهی یک فرایند آغازی کنترل کننده کاهش رشد ناشی از شوری باشد (۲۶). بنابراین مصرف خارجی سیتوکینین احتمالاً می‌تواند اثرات شوری را بر رشد و نمو ذرت کاهش دهد. سیتوکینین از طریق تجمع کلروفیل و تبدیل اتیوپلاست به کلروپلاست و جمع‌آوری رادیکال‌های

آزاد پیری برگ را به تعویق می‌اندازد. لذا این امکان وجود دارد که در پاسخ به شرایط محیطی نامناسب، مؤثر باشد (۱۰ و ۴۸).

اکسین‌ها نیز نقش بسیار مهمی در تحمل گیاهان به تنش شوری دارند. مشاهده شده است که در تیمارهای مصرف اکسین نسبت به عدم مصرف ریزش برگ‌های ذرت کاهش می‌یابد (۹). اکسین در انتقال کربوهیدرات‌ها در زمان تولید آن‌ها نقش دارد (۴۲). تنش شوری موجب کاهش ۷۵ درصدی در میزان اکسین برنج گردید (۱۶). کایا و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که مصرف اکسین و سیتوکینین غلظت Na^+ را کاهش و غلظت K^+ را در برگ‌های ذرت تحت شرایط شوری افزایش می‌دهد (۲۹). این آزمایش با هدف بررسی تاثیر محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد اکسین و سیتوکینین، الگوی کاشت و برهم‌کنش آن‌ها بر برخی از شاخص‌های تحمل به شوری ذرت دانه‌ای سینگل‌کراس ۷۰۴ در شرایط شوری انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بوشهر در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. محل اجرای آزمایش در عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا برابر با ۷۰ متر می‌باشد. متوسط بارندگی سالانه در منطقه ۲۵۰ میلی‌متر است. قبل از کاشت جهت انجام آزمون خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر نمونه خاک تهیه گردید. بر اساس نتایج آزمون خاک، بافت خاک محل آزمایش دارای ۱۷/۱ درصد رس، ۳۲/۵ درصد سیلت و ۵۰/۴ درصد شن (خاک لوم شنی)، مقادیر کربن آلی، فسفر و پتاسیم به ترتیب ۰/۵ درصد، ۱۲/۵ و ۱۸۴ میلی‌گرم در کیلوگرم در عصاره اشباع، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک برابر با ۵/۲ و آب مزرعه برابر با ۴ دسی‌زیمنس بر متر که بر این اساس خاک مزرعه در محدوده خاک‌های شور و آب آبیاری در گروه آب‌های لب شور قرار داشت و pH خاک و آب به ترتیب ۷/۴ و ۷/۶ بود. الگوی کاشت (یک ردیف روی پشته، دو ردیف طرفین پشته به صورت زیگزاگ و یک ردیف کف فارو) به عنوان فاکتور اصلی و محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد (عدم مصرف، مصرف سیتوکینین در مرحله V₈-V₁₀ و مصرف اکسین در زمان ظهور ابریشم) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. آماده‌سازی زمین با انجام عملیات شخم، دو دیسک عمود برهم و ایجاد جوی‌پشته‌هایی به فاصله ۷۵ سانتی‌متر با فاروئر انجام

شد. هر کرت آزمایشی شامل ۵ خط کاشت به طول ۶ متر بود. فاصله بوته‌ها روی ردیف در الگوی کاشت یک ردیفه و کف فارو برابر با ۱۷/۵ و در روش دو ردیفه برابر با ۳۵ سانتی‌متر بود و بدین ترتیب تراکم بوته برای تمامی تیمارها ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار بود. تاریخ کاشت ۱۵ مرداد ماه بود. مقادیر کود مصرفی در تمام تیمارها یکسان و شامل ۴۰۰ کیلوگرم اوره و ۳۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم بود و با توجه به آزمون خاک نیازی به مصرف پتاسیم نبود. یک سوم کود نیتروژن و کل کود فسفوره قبل از کاشت و دو سوم باقیمانده کود نیتروژن به صورت سرک در مرحله ۶ تا ۸ برگی مصرف شد. آبیاری به صورت جوی و پشته‌ای و بر حسب نیاز گیاه انجام شد. از بنزیل آدنین و ایندول بوتریک اسید به ترتیب به عنوان سیتوکینین و اکسین استفاده شد. که به ترتیب با غلظت ۵۰ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر محلول‌پاشی شدند (۱۷ و ۳۱). جهت حلالیت بیشتر، ابتدا هر دو تنظیم‌کننده در اتانول حل شدند. به‌منظور جذب بیشتر تنظیم‌کننده‌ها از ماده توین ۲۰ با نسبت ۰/۵ درصد حجمی استفاده شد. گیاهان شاهد نیز با آب مقطر همراه با توین ۲۰ تیمار شدند. جهت اطمینان از جذب شدن تنظیم‌کننده‌ها توسط گیاه محلول‌پاشی در هر مرحله چهار روز متوالی تکرار و جهت جلوگیری از تبخیر سریع آنها به وسیله نور خورشید و هم‌اینکه تا صبح روز بعد مدت زمان مناسبی جهت جذب بهینه محلول وجود داشته باشد، محلول‌پاشی هم‌زمان با غروب آفتاب انجام شد (۱۷). بعد از آخرین مرحله محلول‌پاشی برای اندازه‌گیری صفات مورد بررسی ۱۰ بوته به‌طور تصادفی و بعد از حذف اثر حاشیه‌ای در هر کرت فرعی انتخاب شد. اندازه‌گیری میزان کلروفیل و کارتنوئیدها به روش آرنون (۱۹۴۹)، نفوذپذیری نسبی غشاء به روش ژاٹو و همکاران (۱۹۹۲)، میزان کل قندهای محلول و نشاسته با روش تغییر داده شده اشلیگل (۱۹۸۶) و غلظت پرولین به روش بیتس و همکاران (۱۹۷۳) انجام شد (۸، ۱۳، ۴۳ و ۴۹). برای به‌دست آوردن وزن خشک، نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت قرار گرفت. مقدار ۱۰۰ میلی‌گرم از ماده خشک نمونه با ۲۰ میلی‌لیتر اسید (به نسبت ۱:۱ از اسید استیک ۱۰ درصد و اسید نیتریک ۰/۱ نرمال همراه با شیکر نمودن نمونه در مدت ۲۴ ساعت) هضم شدند و از این عصاره برای اندازه‌گیری مقدار سدیم و پتاسیم با استفاده از فلیم‌فتومتر مدل UK-Jenway استفاده شد (۱۹). جهت اطلاع از تغییرات شوری خاک دو مرحله طی انجام آزمایش (۹۳/۶/۲۰ و ۹۳/۸/۱) و یک مرحله پس از برداشت (۹۳/۹/۱۵)، در هر الگوی کاشت از ۴ محل کف فارو، لبه پشته اول و دوم و مرکز پشته از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر خاک نمونه تهیه شد و EC خاک اندازه‌گیری شد. برای انجام محاسبات آماری از نرم‌افزار SAS و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. برای صفاتی

که اثر متقابل عامل‌ها در آن‌ها معنی‌دار شد برش‌دهی اثر متقابل نسبت به عامل اصلی به روش LSMeans انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه تحت تاثیر الگوی کاشت قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین عملکرد دانه با ۷/۱۴ تن در هکتار با الگوی کاشت کف فارو و کمترین آن با کاشت یک ردیفه (کاشت معمول) با میانگین ۴/۰۴ تن در هکتار به‌دست آمد (جدول ۲). ایجاد هر گونه تنش، از قبیل افزایش تجمع نمک در روی پشته، منجر به تاخیر در ابریشم دهی و گرده افشانی و در نهایت کاهش عملکرد می‌گردد، به‌طوری که ممکن است اصلاً در سطح بلال دانه تشکیل نشود (۳۷). طبق نتایج حاصل از اجرای یک طرح در سطح یک هکتار ذرت، تیمار کاشت در کف فارو با عملکرد ۷/۴ تن در هکتار نسبت به کاشت روی پشته با عملکرد ۶/۶ تن در هکتار، ۱۲ درصد افزایش عملکرد دانه داشت. این افزایش عملکرد احتمالاً به‌دلیل افزایش کارایی مصرف آب، کاهش میزان نمک در اطراف بوته ذرت و افزایش رشد و توسعه سیستم ریشه بوده که در جذب آب و مواد غذایی و افزایش بهره‌وری در استفاده از کودها بسیار مؤثر بوده است (۱۲). براساس گزارش شمس آبادی و همکاران (۱۳۹۴) عملکرد بلال ذرت در آرایش کاشت دو ردیفه ۱۴ درصد بالاتر از روش تک ردیفه بود (۴۴). نتایج اندازه‌گیری EC خاک در مکان‌های مختلف الگوهای کاشت نیز نشان داد که در الگوهای مختلف کاشت بیشترین شوری به مرکز پشته اختصاص داشت در حالی که کمترین شوری به کف فارو تعلق داشت که دلیل آن حرکت نمک در اثر صعود موینگی و تجمع آن در پشته‌ها و آبشویی نمک در کف فاروها بود (شکل ۱). اثر تنظیم‌کننده نیز بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱) به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه برابر با ۷/۰۱ تن در هکتار با محلول‌پاشی اکسین به دست آمد در حالی که تفاوت معنی‌داری با تیمار سیتوکینین نداشت. کمترین عملکرد دانه نیز برابر با ۳/۹۶ تن در هکتار مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۲). نتایج تحقیق هم‌دیا و همکاران (۲۰۱۴) در خصوص نقش مصرف تنظیم‌کننده‌های رشد بر رشد گیاهان زراعی تحت پتانسیل‌های اسمزی مختلف نشان داد که مصرف سیتوکینین منجر به افزایش قابل توجهی در عملکرد دانه ذرت تحت شرایط شوری نسبت به عدم شرایط شوری شد. این اثر تحریکی در سطوح شوری پایین و متوسط بیشتر بود (۲۴).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر الگوی کاشت و مصرف تنظیم کننده رشد بر صفات مختلف ذرت. میانگین مربعات (Mean of squares)

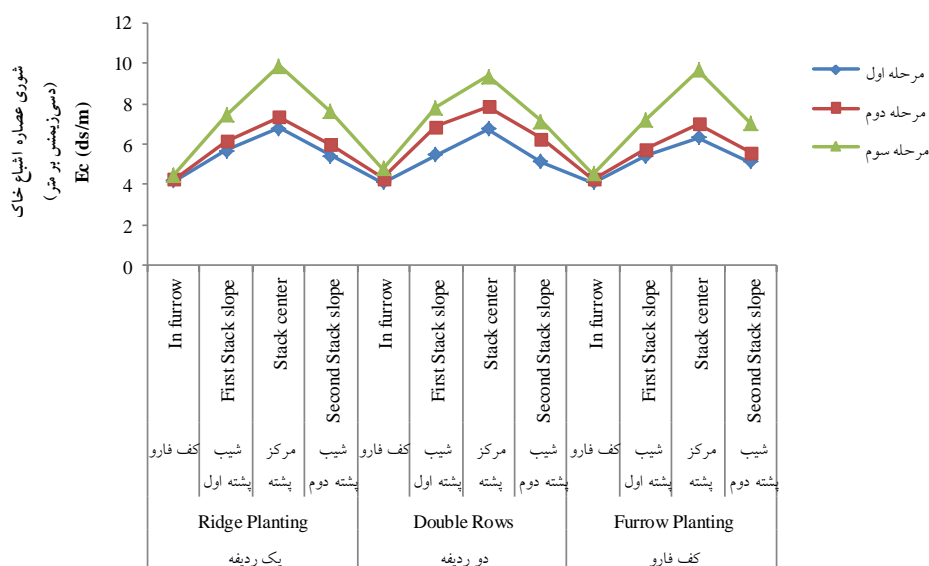
منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی d.f.	نسبت نفوذ پذیری غشاء Relative permeability membrane	کلروفیل a Chl. a	کلروفیل b Chl. b	کاروتنید Carotenoid	پروکلین Proline	کل قندهای محلول Total soluble sugars	محتوای نشاسته Starch content	عملکرد دانه Grain yield	سدیم Na	پتاسیم K	نسبت سدیم به پتاسیم Na/K
تکرار Replication	2	45.95	0.06	0.002	0.0008	0.44	37.87	77.39	12.63	0.03	0.0008	0.001
الگوی کاشت (A) Planting pattern	2	507.06*	0.17*	0.09*	0.03**	2.42**	9819.29**	7641.94**	21.72*	6.16**	208.23**	0.56**
خطای a Error a	4	57.36	0.01	0.01	0.0003	0.008	110.04	73.92	3.07	0.01	0.57	0.0008
تنظیم کننده (B) Error b	2	266.50**	0.078**	0.04**	0.002**	1.47**	1063.25**	931.81**	21.79*	2.79**	0.02	0.04*
الگوی کاشت × تنظیم کننده A×B	4	2.59 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.0004 ^{ns}	0.0001 ^{ns}	0.63**	108.49**	15.59 ^{ns}	2.85 ^{ns}	0.16**	0.42 ^{ns}	0.01 ^{ns}
خطای b Error b	12	2.44	0.003	0.001	0.0003	0.07	14.18	4.85	3.22	0.01	0.80 ^{ns}	0.01
ضریب تغییرات C.V. %		5.05	4.07	4.97	4.82	9.54	2.13	1.23	15.75	3.84	14.15	19.45

ns, * **, ns: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح 5% و 1% و 1%

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

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر الگوی کاشت و مصرف تنظیم‌کننده رشد بر صفات مختلف ذرت. Table 2. Mean comparison of the effect of planting pattern and growth regulator on different characteristics of maize.

تیمار	نسب نفوذ پذیری نسبی غشای (D) Relative permeability membrane (%)	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) Chl a (mg.g ⁻¹ leaf FW)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) Chl b (mg.g ⁻¹ leaf FW)	کاروتنئید (میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) Carotenoid (mg.g ⁻¹ leaf FW)	پروترین (میلی‌گرم در گرم وزن تر برگ) Proline (mg.g ⁻¹ leafFW)	مجموع شکرهای محلول (میلی‌گرم در گرم وزن خشک برگ) Total soluble sugars (mg.g ⁻¹ leaf DW)	محتوای نشاسته (میلی‌گرم در گرم وزن خشک برگ) Starch content (mg.g ⁻¹ leaf DW)	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield (ton.ha ⁻¹)	سدیم (میلی‌گرم در گرم وزن خشک برگ) Na (mg.g ⁻¹ leaf DW)	پتاسیم (میلی‌گرم در گرم وزن خشک برگ) K (mg.g ⁻¹ leaf DW)	نسبت سدیم به پتاسیم Na/K
یک ردیفه	39.37	1.30	0.59	0.29	3.54	288.10	125.15	4.04	3.91	6.58	0.62
دو ردیفه	28.41	1.36	0.68	0.38	2.77	173.27	148.41	5.82	2.55	11.04	0.23
کف فارو	25.00	1.56	0.79	0.40	2.55	145.29	165.37	7.14	2.41	16.09	0.14
LSD 5%	9.91	0.14	0.13	0.02	0.12	13.73	11.25	2.29	0.14	0.18	0.03
الگوی کاشت											
شاهد	36.92	1.32	0.61	0.34	2.49	188.48	105.25	3.96	3.54	11.03	0.42
سیتوکینین	29.56	1.39	0.69	0.36	3.12	173.97	133.72	6.03	2.90	11.30	0.32
اکسین	26.29	1.51	0.76	0.37	3.25	167.21	155.43	7.01	2.43	11.46	0.27
LSD 5%	1.6	0.05	0.03	0.01	0.29	3.86	2.26	1.84	0.11	1.63	0.11
تنظیم‌کننده رشد											



شکل ۱- شوری عصاره اشباع خاک در موقعیت‌های مختلف الگوهای کاشت.

Figure 1. Soil salinity at different situations planting patterns.

کایا و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی اثر ایندول استیک اسید بر ذرت تحت تنش شوری نشان دادند که شوری باعث کاهش عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و وزن هزار دانه شد در حالی که مصرف ایندول استیک اسید اثرات شوری بر ذرت را کاهش داد (۳۰).

نفوذپذیری نسبی غشاء تحت تاثیر الگوی کاشت قرار گرفت (جدول ۱). الگوی کاشت معمول بیشترین و الگوی کاشت کف فارو کمترین نفوذپذیری نسبی غشاء را به ترتیب با ۳۹/۳۷ و ۲۵ داشتند که البته تفاوت معنی‌داری بین کاشت دو ردیفه و کف فارو وجود نداشت. برای رفع مشکلات الگوی کاشت معمول، کاشت دو ردیفه و کف فارو توصیه شده است، که به علت توزیع بهتر بوته‌ها و عدم تجمع نمک پای بوته‌ها در شرایط شور اثر مثبت بر رشد و نمو گیاه خواهد داشت (۱۲). افزایش نفوذپذیری نسبی غشاء در شرایط شوری در گیاهانی چون آفتابگردان توسط شی و شنگ (۲۰۰۴) و در برنج توسط لاتس و همکاران (۱۹۹۶) نیز گزارش شده است (۳۴ و ۴۵). نفوذپذیری نسبی غشاء تحت تاثیر تنظیم‌کننده نیز قرار گرفت. بیشترین نفوذپذیری نسبی غشاء برابر با ۳۶/۹۲ مربوط به تیمار شاهد بود در حالی که کمترین مقدار برابر با ۲۶/۲۹ مربوط به اکسین بود. رادیکال‌های سوپر اکسید تولید

شده توسط شوری باعث پر اکسیداسیون لیپیدها می‌شوند (۳۳). بنابراین اکسین به نوعی با کاهش پراکسیداسیون لیپیدها از طریق اثر بر مکانیسم‌های دفاع آنزیمی و غیر آنزیمی، گیاه ذرت را در مقابل تنش اکسیداتیو محافظت می‌کند (۲۳).

غلظت کلروفیل a در بین الگوهای مختلف کاشت تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۱). بیشترین کلروفیل a برابر با ۱/۵۶ میلی‌گرم با الگوی کاشت کف فارو به دست آمد در حالی که کمترین مقدار برابر با ۱/۳ میلی‌گرم مربوط به الگوی کاشت معمول بود که البته تفاوت معنی‌داری با الگوی کاشت دو ردیفه نداشت. کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی در شرایط شور می‌تواند عمدتاً به علت تخریب ساختمان کلروپلاست و دستگاه فتوسنتزی، فتواکسیداسیون کلروفیل‌ها، واکنش آنها به اکسیژن فعال^۱، تخریب پیش ماده‌های سنتز کلروفیل و جلوگیری از بیوسنتز کلروفیل‌های جدید و فعال شدن آنزیم‌های تجزیه‌کننده کلروفیل از جمله کلروفیلاز و اختلالات تنظیم‌کننده‌های رشد ناشی از افزایش میزان Cl^- و Na^+ باشد (۳۸). کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی در شرایط شوری توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (۲۸).

اثر تنظیم‌کننده نیز بر غلظت کلروفیل a معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان کلروفیل a برابر با ۱/۵۱ میلی‌گرم با مصرف اکسین به دست آمد در حالی که کمترین مقدار برابر با ۱/۳۲ میلی‌گرم به تیمار شاهد تعلق داشت. اقاباری و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که محتوای کلروفیل a و کلروفیل b در گوجه‌فرنگی تحت شرایط شوری کاهش یافت در حالی که مصرف اکسین باعث افزایش میزان کلروفیل‌های a و b تحت شرایط شوری گردید (۳). غلظت کلروفیل b نیز تحت تاثیر الگوی کاشت قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین میزان کلروفیل b برابر با ۰/۷۹ میلی‌گرم با الگوی کاشت کف فارو به دست آمد در حالی که کمترین مقدار برابر با ۰/۵۹ میلی‌گرم مربوط به الگوی کاشت معمول بود. اثر تنظیم‌کننده نیز بر غلظت کلروفیل b معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان کلروفیل b برابر با ۰/۷۶ میلی‌گرم با مصرف اکسین بود در حالی که کمترین مقدار برابر با ۰/۶۱ میلی‌گرم به تیمار شاهد تعلق داشت. افزایش غلظت کلروفیل در اثر مصرف اکسین (۲۷ و ۲۹) و سیتوکینین (۴ و ۲۷) نسبت به شاهد توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است.

غلظت کارتنوئید در بین الگوهای مختلف کاشت تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۱). بیشترین غلظت کارتنوئید برابر با ۰/۴ میلی‌گرم با الگوی کاشت کف فارو به دست آمد در حالی که کمترین مقدار برابر با ۰/۲۹ میلی‌گرم مربوط به الگوی کاشت معمول بود که البته تفاوت معنی‌داری با الگوی کاشت دو ردیفه نداشت. کاهش مقدار کارتنوئید در شرایط تنش به علت تجزیه بتاکاروتن و تشکیل زئازانتترین در چرخه گزانتوفیل است (۴۶). کاهش مقدار کارتنوئید در شرایط شور در گیاه گوجه فرنگی (۲۴) و سویا (۱) نیز گزارش شده است. اثر تنظیم‌کننده نیز بر غلظت کارتنوئید معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان کارتنوئید برابر با ۰/۳۷ میلی‌گرم با مصرف اکسین بود ولی تفاوت معنی‌داری با تیمار سیتوکینین نداشت. کمترین مقدار نیز برابر با ۰/۳۴ میلی‌گرم به تیمار شاهد اختصاص داشت. اکسین احتمالاً به عنوان یک کوآنزیم در متابولیسم گیاهان عالی عمل می‌کند، در نتیجه نقش مهمی در شکل‌گیری رنگدانه‌های فتوسنتزی ایفا می‌کند (۶). افزایش در محتوای رنگدانه ناشی از مصرف اکسین را می‌توان به افزایش سنتز یا جلوگیری از تخریب رنگدانه نسبت داد (۹). همچنین اثبات شده است که سیتوکینین از طریق جلوگیری از فعالیت کلروفیلاز مانع از تجزیه کلروفیل می‌شود (۴۷). برالت و مال‌دینی (۱۹۹۹) نشان دادند که سیتوکینین از طریق افزایش غلظت کارتنوئیدها، کلروفیل را در برابر اکسیداسیون نوری محافظت می‌کند (۱۵).

میزان پرولین در بین الگوهای مختلف کاشت تحت تاثیر تنظیم‌کننده قرار گرفت (جدول ۱). برش‌دهی اثر متقابل مصرف تنظیم‌کننده در الگوهای مختلف کاشت بر میزان پرولین نشان داد که با مصرف تنظیم‌کننده در الگوهای کاشت یک ردیفه و دو ردیفه تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مصرف تنظیم‌کننده وجود داشت در حالی که در الگوی کاشت کف فارو اثر معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل الگوی کاشت در تنظیم‌کننده نشان داد که در الگوی کاشت معمول و کف فارو بیشترین میزان پرولین با تیمار اکسین به دست آمد در حالی که در کاشت دو ردیفه بیشترین میزان با مصرف سیتوکینین بود.

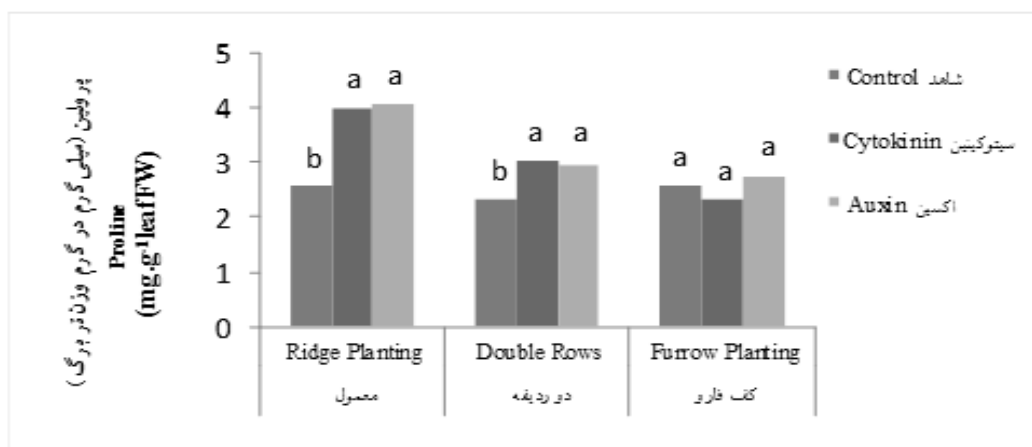
جدول ۳: برش دهی سطوح مصرف تنظیم کننده رشد در الگوهای مختلف کاشت برای صفات میزان پرولین، کل قندهای محلول و میزان سدیم.

Table 3. Slice of consumption levels of growth regulator in different planting patterns for proline, total soluble sugars and sodium.

الگوی کاشت Planting pattern	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (MS)		
		پرولین Proline	کل قندهای محلول Total soluble sugars	سدیم Na
یک ردیفه Ridge planting	2	2.15**	793.6**	2.02**
دو ردیفه Double Rows	2	0.44*	419.99**	0.62**
کف فارو Furrow planting	2	0.14 ^{ns}	66.65*	0.46**

ns, *, **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد

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



شکل ۲- میزان پرولین در الگوهای مختلف کاشت تحت تاثیر مصرف یا عدم مصرف تنظیم کننده.

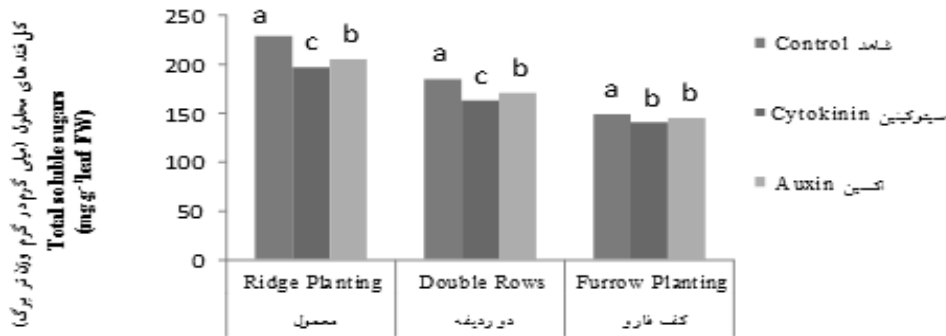
Figure 2. Proline content in different planting patterns affected by the use or non-use of regulators.

در الگوی کاشت معمول و دو ردیفه کمترین میزان پرولین بدون مصرف تنظیم کننده به دست آمد ولی در کاشت کف فارو با مصرف سیتوکینین مشاهده شد. همچنین در بین کلیه تیمارها بیشترین میزان پرولین به الگوی کاشت معمول همراه با مصرف اکسین مربوط بود در حالی که کمترین میزان پرولین

به کاشت دو ردیفه و بدون مصرف تنظیم کننده اختصاص داشت (شکل ۲). پرولین اثر منفی نمک کلرید سدیم را بر تثبیت کربن اصلاح نموده، می تواند کاهش فعالیت آنزیم رویسکو را تعدیل نماید (۲۲). ابراهیم و همکاران (۲۰۰۷) در لوبیا و کایا و همکاران (۲۰۱۰) در ذرت نشان دادند که مصرف سیتوکینین میزان پرولین را افزایش داد (۲۷ و ۲۹). افزایش پرولین در اثر مصرف اکسین نیز توسط سایر محققان گزارش شده است (۱۱ و ۳۰).

میزان کل قندهای محلول در بین الگوهای مختلف کاشت تحت تاثیر مصرف تنظیم کننده قرار گرفت. (جدول ۱). نتایج برش دهی اثر متقابل عامل مصرف تنظیم کننده در هر سطح الگوی کاشت بر میزان کل قندهای محلول نشان داد که اثر مصرف تنظیم کننده در هر سه الگوی کاشت معنی دار شد (جدول ۳). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل الگوی کاشت در تنظیم کننده نشان داد که در هر سه الگوی کاشت بیشترین میزان قندهای محلول بدون مصرف تنظیم کننده رشد به دست آمد. همچنین در بین کلیه تیمارها بیشترین میزان کل قندهای محلول با الگوی کاشت معمول بدون مصرف تنظیم کننده بود در حالی که کمترین میزان به تیمار الگوی کاشت کف فارو همراه با مصرف سیتوکینین تعلق داشت (شکل ۳). افزایش در غلظت قندهای محلول می توان پاسخی به تغییرات محتوای آب نسبی و پتانسیل آب برگها ارزیابی شود زیرا افزایش در غلظت ساکارز و سطح قندهای محلول تحت شرایط شوری به سبب بهبود وضعیت آب برگ در القای تحمل به شوری نقش مهمی بازی می کند (۴۰). با وجود این که افزایش غلظت کربوهیدرات های محلول در برگها موجب حفظ تعادل اسمزی در شرایط شوری می شوند اما از طرف دیگر تجمع قندها در اندام های هوایی موجب مختل شدن فتوسنتز شده و تولید را کاهش می دهند (۲۵).

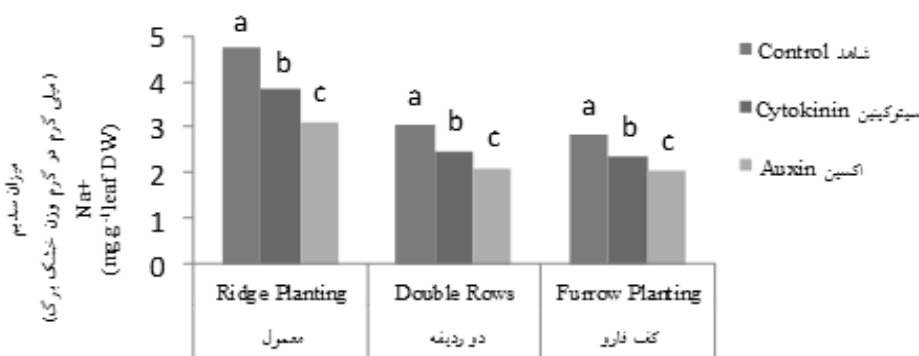
محتوای نشاسته نیز تحت تاثیر الگوی کاشت قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین محتوای نشاسته برابر با ۲۰۳/۲۷ میلی گرم با الگوی کاشت کف فارو مشاهده شد و الگوی کاشت معمول کمترین محتوای نشاسته را با ۱۴۶/۰۱ میلی گرم داشت. اثر تنظیم کننده بر محتوای نشاسته معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین محتوای نشاسته برابر با ۱۸۸/۶۳ میلی گرم با تیمار اکسین و کمترین محتوای نشاسته با میانگین ۱۶۸/۴۷ میلی گرم با تیمار شاهد بود. امین و همکاران (۲۰۰۶) در مورد ذرت و آمال و امیرا (۲۰۰۹) در مورد نخود نشان دادند که محلول پاشی ایندول بوتیریک اسید (IBA) باعث افزایش محتوای کربوهیدرات ها در دانه می شود (۵ و ۶). این نتیجه با مشاهدات بهاتیا و سینگ (۲۰۰۲) در مورد سورگوم مطابقت دارد که نشان دادند اکسین انتقال C^{14} از ساکاروز به نشاسته را افزایش داد و از این رو نتیجه گرفتند که اکسین در تبدیل قندها به نشاسته درون دانه نقش دارد (۱۴).



شکل ۳- میزان کل قند محلول در الگوهای مختلف کاشت تحت تاثیر مصرف یا عدم مصرف تنظیم کننده.

Figure 2. Total soluble sugar content in different planting patterns affected by the use or non-use of regulators.

میزان سدیم در الگوهای مختلف کاشت تحت تاثیر مصرف تنظیم کننده قرار گرفت. نتایج برش دهی اثر متقابل مصرف تنظیم کننده در هر سطح الگوی کاشت بر میزان سدیم نشان داد که اثر مصرف تنظیم کننده در هر سه الگوی کاشت معنی دار شد (جدول ۳). همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل الگوی کاشت در تنظیم کننده نشان داد که در هر سه الگوی کاشت بیشترین میزان یون سدیم بدون مصرف تنظیم کننده به دست آمد در حالی که کمترین میزان یون سدیم با تیمار اکسین مشاهده شد. در بین کلیه تیمارها بیشترین میزان یون سدیم به الگوی کاشت معمول بدون مصرف تنظیم کننده مربوط بود در حالی که کمترین میزان یون سدیم به تیمار الگوی کاشت کف فارو همراه با مصرف اکسین تعلق داشت (شکل ۴).



شکل ۴- میزان سدیم در الگوهای مختلف کاشت تحت تاثیر مصرف یا عدم مصرف تنظیم کننده.

Figure 2. Na content in different planting patterns affected by the use or non-use of regulators.

میزان یون پتاسیم نیز در بین الگوهای مختلف کاشت تفاوت داشت. بیشترین میزان پتاسیم با الگوی کاشت کف فارو برابر با ۱۶/۱۹ میلی گرم به دست آمد در حالی که کمترین میزان به تیمار الگوی کاشت معمول با میانگین ۶/۵۸ میلی گرم تعلق داشت. کاهش غلظت پتاسیم در گیاه در محیط شور به این علت است که وجود غلظت‌های بالای سدیم در محیط خارجی باعث ایجاد رقابت با پتاسیم برای ورود به داخل سلول می‌شود و چون این دو یون دارای شعاع هیدراته مشابهی هستند، پروتئین‌های انتقال دهنده آنها ممکن است در تشخیص آنها دچار اشتباه شوند. بنابراین سدیم به راحتی از طریق ناقل‌های پتاسیم وارد سلول شده و جذب پتاسیم کاهش می‌یابد. از سوی دیگر انتقال سدیم به قسمت‌های مختلف گیاه و برگ‌ها باعث جایگزینی آن‌ها با کلسیم شده که به دیپلاریزاسیون غشا منجر می‌شود و در نتیجه توانایی غشاءها برای جذب انتخابی برخی از یون‌ها دچار اختلال شده و عدم تعادل یونی غیر قابل اجتناب خواهد بود (۷).

نسبت Na^+/K^+ در بین الگوهای مختلف کاشت تفاوت داشت. بیشترین نسبت Na^+/K^+ با الگوی کاشت معمول برابر با ۰/۶۲ مشاهده شد در حالی که کمترین نسبت Na^+/K^+ به الگوی کاشت کف فارو با میانگین ۰/۱۴ میلی گرم اختصاص داشت. اثر تنظیم‌کننده نیز بر نسبت Na^+/K^+ معنی‌دار بود. بیشترین نسبت Na^+/K^+ برابر با ۰/۴۲ بدون مصرف تنظیم‌کننده به دست آمد و کمترین میزان نیز برابر با ۰/۲۷ با مصرف اکسین مشاهده شد. در این آزمایش، تغییر الگوی کاشت باعث کاهش مقدار سدیم و افزایش پتاسیم شد که در نتیجه باعث افزایش نسبت Na^+/K^+ شد. براساس نتایج تحقیقات نسبت Na^+/K^+ با تحمل به شوری رابطه مثبت نشان می‌دهد و ممکن است به عنوان یک معیار انتخاب مهم برای ارزیابی تحمل گونه‌های زراعی مختلف به شوری در نظر گرفته شود (۳۲).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به این که میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی، محتوای نشاسته، پروتئین و میزان پتاسیم در الگوی کاشت کف فارو بیشتر از دیگر الگوهای کاشت بود و همچنین از آنجا که نفوذپذیری نسبی غشاء، پرولین، قند محلول و میزان سدیم در الگوی کاشت فارو کاهش یافت می‌توان نتیجه گرفت که این الگوی کاشت کارایی مناسب جهت استفاده در شرایط شور را داشت. در این پژوهش به نظر می‌رسد که مصرف تنظیم‌کننده‌ها به عنوان یک فرآیند مقاوم سازی عمل نمود و با افزایش توان آنتی اکسیدانی

سلول از جمله کاروتنوئیدها، باعث کاهش مقدار پراکسیداسیون لیپیدها و باعث حفاظت بیشتر از غشاهای سلولی، فتوسنتزی، رنگیزه‌های فتوسنتزی و مانع از کاتابولیسم کلروفیل شد.

منابع

1. Abd El Samad, H.M., and Shaddad, M.A.K. 1997. Salt tolerance of soybean cultivars. *Biol. Plant.* 39(2): 263-269.
2. Ahmad, P., and Prasad, M.N. V. 2012. *Abiotic Stress Responses in Plants: Metabolism, Productivity and Sustainability.* New York, Springer.
3. Al Aghabary, K., Zhu, Z., and Shi, Q. 2004. Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence and anti oxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress. *J. Plant Nutr.*, 27: 2101- 2115.
4. Alam, M.M., Naeem, M., Idrees, M., Masroor, M., Khan, A., and Moinuddin, P. 2012. Augmentation of photosynthesis, crop productivity, enzyme activities and alkaloids production in sadabahar (*Catharanthus roseus* L.) through application of diverse plant growth regulators. *J. Crop Sci. Biotechnol.*, 15: 117-129.
5. Amal, M.E., and Amira, M.H. 2009. Effect of Acetylsalicylic Acid, Indole-3-Bytric Acid and Gibberellic Acid on Plant Growth and Yield of Pea (*Pisum Sativum* L.). *Aust. J. Basic Appl. Sci.* 3(4): 3514-3523.
6. Amin, A.A., Rashad, M.El- Sh., and Gharib, F.A.E. 2006. Physiological response of maize plants (*Zea mays* L.) to foliar application of morphactin CF and indole-3-butyric acid. *J. Biol. Sci.* 6(3): 547-554.
7. Aqueel Ahmad, M.S., Javed, F., and Ashraf, M. 2007. Iso osmotic effect of NaCl and PEG on growth, cations and free proline accumulation in callus tissue of two indica rice (*Oryza sativa* L.) genotypes. *J. Plant Growth Regul.*, 53: 53-63.
8. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.*, 24: 1-150.
9. Ashraf, M., Azhar, N., and Hussain, M. 2006. Indole acetic acid (IAA) induced changes in growth, relative water contents and gas exchange attributes of barley (*Hordeum vulgare* L.) grown under water stress conditions. *J. Plant Growth. Regul.*, 50: 85-90.
10. Ashraf, M., Athar, H.R., Harris, P.J.C., and Kwon, T.R. 2008. Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. *Adv. Agron.*, 97: 45-110.
11. Barakat, N.A.M. 2011. Oxidative stress markers and antioxidant potential of wheat treated with phyto- hormones under salinity stress. *J. Stress Physiol. Biochem.* 7: 250-267.
12. Barzegari, M. 2006. The final report of the research project. Planting corn in furrow on light, saline and sandy soils. Safi Abad Agricultural Research Center, Dezful, Khuzestan., (In Persian)

13. Bates, L.S., Waldern, R.P., and Teave, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant Soil.*, 39: 205-107.
14. Bhatia, S., and Singh, R. 2002. Phytohormonemediated transformation of sugars to starch in relation to the activities of amylases, sucrose-metabolising enzymes in sorghum grain. *J. Plant Growth Regul.*, 00: 1-8.
15. Brault, M., and Maldiney, R. 1999. Mechanisms of cytokinin action. *Plant Physiol. Bioch.*, 37: 403-412.
16. Brenner, M.L., and Cheikh, N. 1995. The role of hormones in photosynthate partitioning and seed filling. P 649-670, In: Davies P.J. (ed.), *Plant Hormones*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
17. Emam, Y., Karimzade- Soressjani, H., Mouri, S., and Maghsoudi, K. 2013. Reaction auxin and cytokinin concentrations of functional bread wheat and durum in terminal drought. *J. Crop Prod. Proc.*, 3(8): 93-103. (In Persian)
18. Emam, Y., and Seghatelestami, M.J. 2005. *Crop Yield. Physiology and Processes*. ShirazUniv. Press., 593p. (In Persian)
19. Emami, A. 1996. *Methods of Plant Analysis*. First volume, Technical Issue No. 982, Soil and Water Research Institute. TehranUniv. Press. 248p. (In Persian)
20. FAO report. 2013. <http://www.Fao.org/economic/ess/ess-publication/ess-yearbook/en/#.VNh3lyx8XGg>.
21. Fatma, M., Khan, M.I.R., Masood, A., and Khan, N.A. 2013. Coordinate changes in assimilatory sulphate reduction are correlated to salt tolerance: involvement of phytohormones. *Annu. Rev. Res. Biol.*, 3: 267-295.
22. Fendina, I.S., Tsonev, T., and Guleva, E.L. 1993. The effect of pretreatment with proline on the responses of (*Pisum sativum* L.) to salt stress. *Photosynthetica.*, 29: 521-527.
23. Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., and Bagci, E.G. 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. *J. Plant Physiol.*, 164: 728-736.
24. Hamdia, M., Abd El-Samad, H.M., and Shaddad, M.A.K. 2014. The Exogenous Amelioration Roles of Growth Regulators on Crop Plants Grow under Different Osmotic Potential. *J. Stress Physiol. Biochem.*, 10(1): 203-213.
25. Hanson, A.D. 2002. Drought and salt tolerance: Toward understanding and application. *Trends. Biotechnol.*, 10: 358-362.
26. Hare, P.D., Cress, W.A., and Van Staden, J. 1997. The involvement of cytokinins in plant responses to environmental stress. *J. Plant Growth. Regul.* 23: 79-103
27. Ibrahim, M.E., Bekheta, M.A., El-Moursi, A., and Gaafar, N.A. 2007. Improvement of growth and seed yield quality of *Vicia faba* L. plants as affected by application of some bioregulators. *Aust. J. Basic Appl. Sci.* 1: 657-666.

28. Javadipour, Z., Movahhedi- Dehnavi, M., and Balouchi, H.R. 2012. Evaluation of photosynthesis parameters, chlorophyll content and fluorescence of safflower cultivars under saline condition. *J. Crop Prod.* 6(2): 35-56.
29. Kaya, C., Tuna, A.L., and Okant, A.M. 2010. Effect of foliar applied kinetin and indole acetic acid on maize plants grown under saline conditions. *Turk. J. Agr. Forest.*, 34: 529-538
30. Kaya, C., Ashraf, M., Dikilitas, M., and Tuna, A.L. 2013. Alleviation of salt stress-induced adverse effects on maize plants by exogenous application of indole acetic acid (IAA) and inorganic nutrients – A field trial. *Aust. J. Crop Sci.*, 7: 249-254.
31. Keshavarzi, M.S., Jafari- Haghighi, B., and Bagheri, A.R. 2013. Evaluation the effect of auxin and gibberellin on quantitative and qualitative characteristics of forage corn. *J. Plant Ecophysiol.*, 5(15): 26-35. (In Persian)
32. Kusvuran, S., Yasar, F., and Abak, K. 2007. Utilizing some of screening methods in order to determine of tolerance of salt stress in the melon (*Cucumis melo* L.). *Res., J. Agr. Biol. Sci.*, 3: 40-45.
33. Lusia, J., Penuelas, J., and Munne-Bosch, S. 2005. Sustained accumulation of methyl salicylate alters antioxidant protection and reduces tolerance of holm oak to heat stress. *Physiol. Planta.*, 124: 353-361.
34. Lutts, S., Kient, J.M., and Bauharmont, J. 1996. NaCl induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa*) cultivars differing in salinity resistance. *ANN. Bot-London.*, 78: 389-398.
35. Maas, E.V., and Hoffman, G.J. 1977. Crop salt tolerance-current assessment. *J. Irrig. Drain. Div., Am. Soc. Civ. Eng.*, 103: 115-134.
36. Molassiotis, A.N., Sotiropoulos, T., Tanou, G., Kofidis, G., Diamantidis, G., and Therios, I. 2006. Antioxidant and anatomical responses in shoot culture of the apple rootstock MM 106 treated with NaCl, KCl, mannitol or sorbitol. *Biol. Planta.*, 50(1): 61-68.
37. Najafinejad, H., and Farzamniya, M. 2006. Effect of planting pattern on yield, some agronomic traits and water use efficiency in grain corn. *J. Res. dev.* 82: 46-53. (In Persian)
38. Neocleous, D., and Vasilakakis, M. 2007. Effects of NaCl stress on red raspberry (*Rubus idaeus* L.). *Sci. Hortic-England.* 112: 282-289.
39. Noormohamadi, Gh., Siadat, A., and Kashani, A. 2009. *Cereal Agronomy*. Shahid Chamran University of Ahvaz Press., 441p. (In Persian)
40. Parida, A.K., and Das, A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotox. Environ. Safe.* 60: 324-349.
41. Rezvani Moghaddam, P., and Koocheki, A. 2001. Research history on salt affected lands of Iran: Present and future prospects- Halophytic ecosystem. International Symposium on Prospects of Saline Agriculture in the GCC countries, Dubai, UAE.

42. Rietenour, M.A., Sutter, E.G., William, D.M., and Saltveit, M.E. 1996. IAA content and auxiliary bud development in relation to russet spotting in harvested Iceberg lettuce. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 121: 543-547.
43. Schlegl, H.G. 1986. Die verwertung orangischer souren durch chlorellalinct. *Planta*. 47: 510-521.
44. Shams-Abadi, H., Taherirad, A.R., Khoramdel, S., and Nikkhah, A. 2015. The effect of tillage methods, plant density and planting patterns on growth characteristics, yield components and gain yield of sweet corn under Malaysia climatic conditions. *J. Crop Prod.*, 8(1): 79-98.
45. Shi, D., and Sheng, Y. 2004. Effect of various Salt-alkaline mixed stress conditions on sunflower seedling and analysis of their stress factors. *Environ. Exp. Bot.*, 49: 107-120.
46. Sultana, N., Ikeda, T., and Itoh, R. 1999. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. *Environ. Exp. Bot.*, 42(3): 211-220.
47. Tarakhovskaya, E.R., Kang, E.J., Kim, K.Y., and Garbary, D.J. 2013. Influence of phytohormones on morphology and chlorophyll a fluorescence parameters in embryos of *Fucus vesiculosus* L. *Russ. J. Plant Physiol.*, 60: 176-183.
48. Yazdi- Motlagh, A., Khavari- Khorasani, S., Bakhtiari, S., and Musa- Abadi, J. 2012. Effect of planting pattern on Morphophysiologic characteristics, yield and yield components of forage maize varieties (*Zea mays* L.) in saline conditions. *J. Agr. Ecol.*, 4: 324-327. (In Persian)
49. Zhao, Y., Aspinall, D., and Paleg, L.G. 1992. Protection of membrane integrity in *Medicago saliva* L. by glycinebetaine against the effects of freezing. *J. Plant Physiol.*, 140: 541-543.

