Archive of SID

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵، ص. ۱۸۴-۱۷۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 1, Spring. 2016, p. 171-184

بررسی اثر هورمون‌های سیتوکینین و اکسین و الگوی کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) در شرایط شور

داوود دوانی[۱*]- مجید نبی پور[۲]- حبیب الله روشنفکر دزفولی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۲۱

چکیده

جهت بررسی اثر زمان محلول‌پاشی هورمون‌های سیتوکینین (عدم مصرف، مصرف در مرحله V_5-V_6 و V_8-V_{10}) و اکسین (عدم مصرف، زمان ظهور ابریشم و دو هفته پس از آن) و الگوی کاشت (یک ردیفه، دو ردیفه و کف فارو) بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه‌ای (*Zea mays* L.) در شرایط شور آزمایشی در سال ۱۳۹۲ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بوشهر به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. الگوی کاشت به‌عنوان فاکتور اصلی و مصرف یا عدم مصرف هورمون‌های اکسین و سیتوکینین به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی بررسی گردید. اثر الگوی کاشت بر ارتفاع بوته، طول و قطر بلال، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه با کشت کف فارو با ۷/۵۵ و کمترین آن با کشت معمول با ۴/۰۹ تن در هکتار بود. از نظر ارتفاع بوته و تعداد ردیف دانه برتری با زمان مصرف ۸ تا ۱۰ برگی بود ولی وزن هزار دانه و شاخص برداشت در زمان مصرف ۵ تا ۶ برگی حداکثر بود. بیشترین تعداد دانه در ردیف بدون مصرف سیتوکینین به‌دست آمد. اثر اکسین روی وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید و بیشترین عملکرد دانه با زمان مصرف ظهور ابریشم به‌دست آمد. به‌طور کلی با کاشت کف فارو و مصرف سیتوکینین در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی و مصرف اکسین در زمان ظهور ابریشم به‌ترتیب با غلظت ۵۰ و ۱۰ گرم در لیتر اثرات شوری بر گیاه کاهش یافته و عملکرد دانه افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: کاشت کف فارو، محلول‌پاشی، مرحله رشد

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) گیاهی از خانواده غلات با دوره رشد نسبتاً کوتاه و عملکرد بالاست، در سطح جهانی از نظر میزان تولید در دنیا در رتبه اول قرار دارد (۱۲). با توجه به نیاز روزافزون کشور به تأمین 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 (۳۶).

نظر به تغییرات اقلیمی شدید در سال‌های اخیر اکوسیستم‌های زراعی نیز دچار تغییر و تحول شده است (۱۰). از این رو سهم زمین‌های کشاورزی در دنیا که متأثر از شوری هستند در حال توسعه بوده و سهم ایران برابر ۲۷ میلیون هکتار می‌باشد (۴۰). شوری یک فاکتور مهم محدودکننده رشد و باروری گیاه است (۲). ذرت یک گیاه زراعی نیمه حساس به شوری است (۴۶). هوفمن و همکاران (۲۰) گزارش نمودند شوری ۳/۷ دسی‌زیمنس بر متر باعث کاهش عملکرد ذرت نشد، اما به ازاء هر واحد افزایش بیشتر شوری عملکرد دانه ۱۴ درصد کاهش یافت. آنها علت کاهش عملکرد را کاهش در تراکم بوته و جرم دانه گزارش نمودند. یکی دیگر از اثرات شوری، تسریع در پیری برگ می‌باشد. پیری برگ در نتیجه کاهش محتوای کلروفیل تحت تأثیر تنش شوری است (۲۹). به‌طور کلی ذرت در مرحله گل‌دهی به تنش‌ها حساسیت زیادی داشته و تنش شوری در این مرحله باعث از بین رفتن دانه‌های گرده و کاهش شانس باروری گل‌ها می‌گردد و در نهایت منجر به کاهش عملکرد دانه می‌گردد (۳۳).

استقرار تراکم مطلوبی از بوته‌های سالم در مناسب‌ترین الگوی کشت، اساس یک سیستم موفق تولید زراعی می‌باشد (۱۲). الگوی کاشت بوته‌ها می‌تواند بر دسترسی آنها به نور، آب و عناصر غذایی مؤثر باشد (۴). مطالعات انجام شده پیرامون الگوی کاشت ذرت در کشور بیشتر در رابطه با کاشت یک و دو ردیفه و در شرایط غیر شور

۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه شهید چمران اهواز
۲- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شهید چمران اهواز
۳- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه شهید چمران اهواز
(*- نویسنده مسئول: Email: davanidavoud@gmail.com)

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشد. با این حال روش‌های کاشت در شرایط شور با روش‌های متداول کاشت در شرایط غیر شور متفاوت می‌باشد و کاشت در کف فارو و یا کشت دو ردیفه در شرایط شور مورد توصیه و تأکید محققان و کارشناسان کشاورزی است (۱۸ و ۴۲). در پژوهشی مشخص شد که تغییر محل کاشت از روی پشته به کف فارو عملکرد علوفه ذرت را حداقل ۱۰ درصد افزایش می‌دهد (۱۸). مشخص شد که 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 (۳).

سیتوکینین‌ها به‌طور زیادی رشد گیاهان زراعی کشت شده تحت تنش شوری را بهبود می‌بخشند (۴۱). افزایش در شوری همراه با کاهش انتقال سیتوکینین از ریشه به بخش‌های هوایی گیاه می‌باشد (۴۳). از طرفی میزان کافی سیتوکینین برای رشد و نمو طبیعی ضروری است (۷). بنابراین مصرف خارجی سیتوکینین احتمالاً می‌تواند اثرات تنش شوری را بر رشد و عملکرد دانه ذرت کاهش دهد. تجزیه نشاسته و تجمع قندها در آندوسپرم گندم توسط سیتوکینین افزایش می‌یابد که این امر منجر به افزایش شیب اسمزی برای ورود آب می‌شود (۵). 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 (۲ و ۱۶). نقش سیتوکینین‌ها در کاهش تجزیه کلروفیل با افزایش تقسیم سلولی، رشد سلول، افزایش بیوسنتز کلروفیل و تأخیر در روند پیری برگ گزارش شده است (۴۵). در آزمایشی در ذرت نشان داده شد که سیتوکینین عکس ABA در بسته شدن روزنه‌ها در برگ‌های پیر و جوان عمل می‌کند (۴). مصرف خارجی سیتوکینین باعث افزایش عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت در شرایط شور گردید (۲۴). مصرف خارجی کینتین بر اثرات شوری بر رشد گیاهچه‌های گندم (*Triticum aestivum* L.) غلبه کرد (۳۵) گزارش شده است که استفاده از سیتوکینین باعث افزایش وزن و ارتفاع ساقه و برگ‌ها و مقدار قند بیشتر در ذرت شد (۱۴).

اکسین ها نیز نقش بسیار مهمی در تحمل گیاهان به تنش شوری دارند. ولی اطلاعات کمی در خصوص رابطه بین تحمل شوری و سطوح اکسین در گیاهان وجود دارد. مشاهده شده است که در تیمارهای مصرف هورمون اکسین نسبت به عدم مصرف ریزش برگ‌های ذرت کاهش یافته است (۱).

شوری موجب کاهش ۷۵ درصدی در میزان اکسین برنج گردید (۸). مقدار اکسین در مرحله پر شدن دانه گندم به حداکثر مقدار خود می‌رسد و نقش مهمی را در تنظیم پر شدن دانه بازی می کند (۵). در آزمایشی همراه با افزایش اکسین در گیاه ذرت مقدار DNA در هسته و میانگین قطر هسته افزایش یافت که می تواند در تحمل گیاه در تنش‌های غیرزیستی مؤثر باشد (۳۰). میزان پر شدن دانه در غلات ارتباط نزدیکی با ظرفیت مقصد دارد (۲۹). در آزمایشی مشخص شد دوره زمانی تجمع سیتوکینین کاملاً با زمان تجمع اکسین در هنگام نمو آندوسپرم ذرت تفاوت داشت. حداکثر سرعت تقسیم سلولی با زمان تجمع زآتین و زآتین ریبوساید همزمان بود. از این رو این نتیجه با این فرضیه که سیتوکینین باعث تحریک تقسیم سلولی می‌گردد مطابقت دارد. سرعت افزایش وزن تر آندوسپرم در هنگام تقسیم سلولی افزایش یافت و ۱۰ روز بعد از گرده‌افشانی به حداکثر رسید که همزمان با رسیدن اکسین به حداکثر مقدار خود بود (۲۱). این آزمایش به منظور بررسی تأثیر زمان محلول‌پاشی هورمون‌های اکسین و سیتوکینین، الگوی کاشت و بر هم‌کنش آن‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای سینگل‌کراس ۷۰۴ و تعیین بهترین الگوی کاشت و زمان محلول‌پاشی هورمون‌های اکسین و سیتوکینین در شرایط شور بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بوشهر واقع در شهرستان دشتستان به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار 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. براساس نتایج آزمایش خاک و آب، بافت خاک محل آزمایش دارای ۱۵/۱ ٪ رس، ۳۱/۵ ٪ سیلت و ۵۳/۴ ٪ شن (خاک لوم شنی)، مقادیر کربن آلی، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب ۰/۵٪، ۱۱/۶ و ۱۹۵ میلی‌گرم در کیلوگرم در عصاره اشباع، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک برابر با ۴/۹۸ 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 به‌ترتیب ۷/۵ و ۷/۷ بود. فاکتورهای مورد بررسی شامل روش کشت (یک ردیف روی پشته، دو ردیف طرفین پشته به‌صورت زیگزاگ و یک ردیف کف فارو)، هورمون اکسین (شاهد یا عدم مصرف، مصرف در زمان ظهور ابریشم و مصرف دو هفته پس از ظهور ابریشم) و هورمون سیتوکینین (شاهد یا عدم مصرف، مصرف در زمان تشکیل جوانه بلال یعنی مرحله V_5-V_6 و مصرف در مرحله V_8-V_{10}) بود. الگوی کاشت به‌عنوان فاکتور اصلی و هورمون‌های اکسین و سیتوکینین به‌صورت فاکتوریل به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. آماده‌سازی زمین با انجام عملیات شخم، دو دیسک عمود برهم و ایجاد جوی پشته‌هایی به فاصله ۷۵ سانتی‌متر با فاروئر انجام شد. کاشت به‌صورت کپه‌ای با فواصل مشخص برای روش‌های

www.SID.ir

Archive of SID

مختلف کشت و سه عدد بذر در هر کپه با عمق ۵ سانتی‌متر بود. سپس جهت حصول تراکم بوته مناسب، عملیات تنک کردن با حذف بوته در هر کپه در مرحله سه تا چهار برگی اجرا شد. هر کرت آزمایشی شامل پنج خط کاشت به طول شش متر بود. فاصله بوته‌ها روی ردیف در الگوی کاشت یک ردیف روی پشته و کف فارو برابر با ۱۸ و در روش دو ردیفه برابر با ۳۶ سانتی‌متر بود و بدین ترتیب تراکم بوته برای تمامی تیمارها ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار ثابت در نظر گرفته شد. تاریخ کاشت ۱۵ مرداد ماه یعنی تاریخ کاشت مرسوم منطقه بود. مقادیر کود مصرفی در تمام تیمارها یکسان و براساس آزمون خاک و توصیه آزمایشگاه خاکشناسی طبق فرمول کودی ۴۰۰ کیلوگرم اوره و ۳۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم استفاده شد ولی نیازی به مصرف پتاسیم نبود. یک سوم کود نیتروژن و کل کود فسفره قبل از کاشت به روش دستی در کنار پشته‌ها جای‌گذاری شد و دو سوم باقیمانده کود نیتروژن به‌صورت سرک در مرحله ۶ تا ۸ برگی مصرف شد. کنترل علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام شد. از ایندول بوتریک اسید و بنزیل آدنین به‌ترتیب به‌عنوان هورمون‌های اکسین و سیتوکینین استفاده شد. که به‌ترتیب با غلظت ۱۰ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر محلول‌پاشی شدند. جهت حلالیت بیشتر ابتدا هر دو هورمون در اتانول حل شدند. به منظور جذب بیشتر هورمون‌ها از ماده‌ای چسبنده و مومی به نام توین ۲۰[1] با نسبت ۰/۵ درصد حجمی استفاده شد. گیاهان شاهد نیز با آب مقطر همراه با توین ۲۰ تیمار شدند. جهت جلوگیری از تبخیر سریع آنها به‌وسیله نور خورشید و هم اینکه تا صبح مدت زمان مناسبی جهت جذب بهینه محلول وجود داشته باشد، محلول‌پاشی هورمون‌ها هم‌زمان با غروب آفتاب انجام شد. برای اندازه‌گیری صفات ارتفاع بوته، طول بلال، قطر بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف بلال و وزن هزار دانه ۱۰ بوته به‌طور تصادفی در هر کرت انتخاب شد. برداشت نهایی بعد از حذف حاشیه‌ها، از ۳ ردیف وسط و سطح ۹ مترمربع در هر کرت انجام شد و پس از جدا کردن دانه از بلال به‌وسیله دستگاه شیلر، عملکرد دانه براساس رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردید. برای انجام محاسبات آماری از نرم‌افزارهای SAS و SPSS و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه در سطح ۵٪ تحت تأثیر الگوی کاشت قرار گرفت (جدول ۱) و بیشترین عملکرد دانه با ۷/۵۵ با کشت کف فارو و کمترین آن با الگوی کشت معمول با میانگین ۴/۰۹ تن در هکتار به‌دست آمد (جدول ۲). ایجاد هرگونه تنش، از قبیل افزایش تجمع نمک در روی پشته، منجر به تأخیر در ابریشم‌دهی و گرده‌افشانی و در نهایت کاهش عملکرد می‌گردد، به‌طوری‌که ممکن است اصلاً در سطح بلال دانه تشکیل نشود (۱۹ و ۳۴). طبق نتایج حاصل از اجرای یک طرح در سطح یک هکتار ذرت، تیمار کاشت در کف جوی با عملکرد ۷۴۶۶ کیلوگرم در هکتار نسبت به کاشت روی پشته با عملکرد ۶۶۶۶ کیلوگرم در هکتار، ۱۲ درصد افزایش عملکرد دانه داشته است. این افزایش عملکرد احتمالاً به دلیل افزایش کارآیی 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 (۳).

زمان محلول‌پاشی اکسین نیز در سطح ۱٪ بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱) به‌طوری‌که بیشترین عملکرد دانه با ۶/۵۷ با محلول‌پاشی در زمان ظهور ابریشم و کمترین عملکرد دانه برابر با ۵/۲۵ تن در هکتار با محلول‌پاشی اکسین در زمان دو هفته بعد از ظهور ابریشم مشاهده گردید در حالی‌که تفاوتی با تیمار شاهد نداشت (جدول ۲). زمان محلول‌پاشی سیتوکینین بر عملکرد دانه معنی‌دار نشد. تصور می‌شود که هورمون‌ها در مقصد فاکتور تعیین‌کننده برای ظرفیت مقصد باشند (۸). اکسین‌ها با تأثیر بر تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌های آندوسپرم و یا کنترل مواد پرورده مهم به سمت مقصد و ظرفیت مقصد دخیل هستند (۱۷).

نتایج این پژوهش نشان داد که عملکرد دانه تحت تأثیر اثر متقابل الگوی کشت و زمان محلول‌پاشی هورمون‌های سیتوکینین و اکسین قرار گرفت (جدول ۱). در هر دو الگوی کشت معمول و دو ردیفه بیشترین عملکرد دانه بدون مصرف سیتوکینین و با مصرف اکسین در زمان ظهور ابریشم به‌دست آمد در حالی‌که در الگوی کشت کف فارو بیشترین مقدار عملکرد دانه با محلول‌پاشی سیتوکینین در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی و مصرف اکسین در زمان ظهور ابریشم مشاهده شد. الگوی کشت معمول کمترین عملکرد دانه را با مصرف سیتوکینین در زمان ۸ تا ۱۰ برگی و بدون مصرف اکسین داشت ولی کشت دو ردیفه کمترین عملکرد دانه را با محلول‌پاشی سیتوکینین در مرحله ۵ تا ۶ برگی و مصرف اکسین دو هفته بعد از ظهور ابریشم داشت. همچنین کمترین مقدار عملکرد دانه در کشت کف فارو با محلول‌پاشی سیتوکینین در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی و مصرف اکسین دو هفته بعد از ظهور ابریشم به‌دست آمد (شکل ۱). براساس یک فرضیه، سیتوکینین‌ها می‌توانند تحمل شوری را در گندم از طریق اثر متقابل با دیگر هورمون‌های گیاهی به‌ویژه اکسین‌ها افزایش دهند (۲۲). سیتوکینین‌ها با دارا بودن توانایی اثرگذاری بر نفوذپذیری غشاء به یون‌های یک و دو ظرفیتی و القاء موضعی مقصدهای متابولیکی پیری برگ را به تعویق می اندازند و لذا مدت زمان انجام فتوسنتز برگ را طولانی‌تر نموده و عملکرد دانه را افزایش می‌دهند (۳۰). اثر الگوی کاشت بر روی ارتفاع بوته در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱).

1- Tween 20

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تجزیه واریانس برای اثر هورمون‌های سیتوکینین و اکسین و الگوی کاشت بر روی صفات مختلف

Table 1- Analysis of variance for the effect of planting pattern and growth regulator on different characteristics

منابع تغییرات	S.O.V.	درجه آزادی d.f.	میانگین مربعات (MS)								
			عملکرد دانه Grain Yield	ارتفاع بوته Plant height	طول بلال Ear length	قطر بلال Ear diameter	تعداد ردیف دانه Row number. per ear	تعداد دانه در ردیف Kernel number. per row	وزن هزار دانه 1000 kernel wieght	درصد چوب بلال Cob percent	شاخص برداشت Harvest index
تکرار	Replication	2	58.58	6252.852	33.094	0.353	1.903	234.517	6077.589	228.167	59.447
الگوی کاشت	Planting Pattern (A)	2	81.785*	5016.235**	55.837*	3.936**	32.790**	145.050**	23009.792**	1473.155**	376.970*
خطای a	Error a	4	8.261	1414.290	8.620	0.065	1.692	57.109	2279.078	83.075	64.903
سیتوکینین	Cytokinine (B)	2	0.331ns	340.980**	3.396ns	0.027 ns	10.571**	41.212*	11537.103**	6.352ns	377.707**
اکسین	Auxin (C)	2	15.536**	16.262ns	0.593ns	0.045ns	0.057ns	6.760ns	5412.178**	716.657**	1326.376**
روش کاشت ×سیتوکینین	A×B	4	0.12 3ns	164.657ns	1.341ns	0.038ns	0.383ns	10.288ns	1921.494*	58.144ns	161.307*
روش کاشت ×اکسین	A×C	4	0.55 8ns	77.816ns	1.968ns	0.082ns	0.091ns	17.371ns	447.997**	174.934**	72.029ns
اکسین ×سیتوکینین	B×C	4	1.22 2ns	268.328ns	0.240ns	0.023ns	0.211ns	8.422ns	1164.841ns	90.972ns	8.614ns
اکسین ×سیتوکینین× الگوی کاشت	A × B ×C	8	4.745**	183.065ns	1.990ns	0.040ns	1.240**	32.882*	333.525ns	75.505ns	55.597ns
خطایbc	Error bc	48	1.645	126.039	2.520	0.053	0.367	14.761	664.718	46.834	53.599
ضریب تغییرات (٪)	CV%		12.5	6.82	10.68	5.832	4.38	9.99	11.67	8.36	17.04

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

ns, *, **: Not-signifacant and significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته از روش کاشت کف فارو با ۱۷۸/۸۹ و کمترین مقدار با کشت معمول با ۱۵۱/۷۴ سانتی‌متر به‌دست آمد. خصوصیات آناتومیک و مورفولوژیک گیاهان زراعی به‌طور مستقیم تحت تأثیر شوری قرار می گیرند. ارتفاع بوته در اغلب منابع به‌عنوان یکی از معیارهای توانایی رقابتی ارقام و گونه های مختلف زراعی مطرح است که خود تحت تأثیر الگوی کاشت و شرایط محیطی قرار می‌گیرد (۳۱). با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت شوری از طریق کاهش فشار تورژسانس سبب کاهش رشد و توسعه سلول‌ها خصوصاً در ساقه و برگ‌ها گردیده و به همین دلیل اولین اثر محسوس شوری بر روی گیاهان به‌صورت ارتفاع کمتر گیاهان مشاهده گردید. به علاوه از آنجا که شوری موجب اختلال در جذب عناصر غذایی و برهم زدن تعادل یونی در گیاه می‌شود، می‌توان کاهش رشد ساقه را به کمبود عناصر غذایی و اختلالات تغذیه ای ناشی از شوری نسبت داد (۳۲). الگوی کاشت کف فارو یک روش مناسب برای مناطقی است که گیاه در طول دوره رشد با تنش شوری یا خشکی روبه‌رو می‌گردد (۲۵). به طورکلی با افزایش تأثیر شوری بر روی رشد گیاه، علاوه بر کاهش عملکرد دانه، ارتفاع گیاه، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه نیز کاهش می یابد، چرا که با افزایش غلظت املاح، فشار اسمزی محلول خاک زیاد می‌شود، در نتیجه مقدار انرژی که گیاه باید صرف جذب آب از خاک نماید افزایش می‌یابد که این عمل باعث افزایش تنفس و کاهش ارتفاع و عملکرد گیاه می‌شود. نتیجه این تحقیق با مشاهدات نجفی نژاد و فرزام نیا (۳۴) مطابقت دارد ولی سیادت و هاشمی دزفولی (۴۲) نشان دادند که ارتفاع بوته ذرت تحت تأثیر الگوی کشت قرار نمی‌گیرد که البته احتمالاً دلیل این مغایرت شرایط شور و غیر شور این دو آزمایش بود.

زمان محلول‌پاشی سیتوکینین صفت ارتفاع بوته را در سطح ۱٪ تحت تأثیر قرار داد (جدول ۱) و بیشترین مقدار آن از زمان مصرف ۸ تا ۱۰ برگی برابر با ۱۶۷/۶۸ و کمترین ارتفاع بوته با ۱۶۰/۷ سانتی‌متر با محلول‌پاشی در مرحله پنج تا شش برگی مشاهده گردید (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲- مقایسه میانگین برای اثر هورمون‌های سیتوکینین و اکسین و الگوی کاشت بر روی صفات مختلف

Table 2- Mean comparison of the effects of auxin and cytokinin hormones and planting pattern on different traits

تیمار	Treatment	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield ($ton.ha^{-1}$)	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	طول بلال (سانتی متر) Ear length (cm)	قطر بلال (سانتی متر) Ear diameter (cm)	تعداد ردیف دانه در بلال Row number. per ear	تعداد دانه در ردیف Kernel number. per row	وزن هزار دانه (گرم) 1000 kernel weight (g)	درصد چوب بلال (درصد) Cob percent (%)	شاخص برداشت Harvest index
		الگوی کشت (Planting Pattern)								
یک ردیفه	Ridge Planting	4.09b	151.74c	13.26b	3.52c	12.60b	36.14c	187.66b	35.81ab	29.75a
دو ردیفه	Double Rows	5.45ab	163.12b	15.24ab	4.05b	14.14a	38.35b	231.79a	39.03a	22.80b
کف فارو	Furrow planting	7.55a	178.89a	16.06a	4.26a	14.74a	40.77a	242.89a	24.94b	28.65ab
		زمان مصرف سیتوکینین (Time of cytokinin application)								
بدون مصرف	Control	5.82a	165.35ab	15.26a	3.97a	13.52b	39.49a	232.66a	32.70a	28.23a
۵ تا ۶ برگی	V5- V6	5.62a	160.70b	14.69a	3.91a	13.42b	38.70ab	233.05a	33.59a	30.09a
۸ تا ۱۰ برگی	V8- V10	5.64a	167.68a	14.61a	3.95a	14.55a	37.07b	196.91b	33.49a	22.88b
		زمان مصرف اکسین (Time of Auxin application)								
بدون مصرف	Control	5.27b	164.36a	15.00a	3.97a	13.84a	38.94a	212.28b	36.00a	22.23b
ظهور ابریشم	Silking	6.57a	165.44a	14.70a	3.90a	13.78a	37.95a	237.12a	27.32b	35.11a
دو هفته بعد	Two Weeks Later	5.25b	163.94a	14.86a	3.97a	13.87a	38.36a	212.92b	36.46a	23.87b

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) با آزمون چند دامنه‌ای دانکن نمی‌باشند.

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns ($P<0.05$), using Duncan's Multiple Range Test.

برخلاف اکسین، سیتوکینین باعث کاهش تقسیم سلولی در ریشه و افزایش تقسیم سلولی در اندام های هوایی می شود (۳۷). به‌طور کلی پذیرفته شده است که سیتوکینین‌ها در رأس ریشه و بذور در حال نمو گیاهان تولید می‌شود (۴۸) و از طریق آوند آبکش از ریشه به بخش‌های هوایی منتقل می‌شوند. با این حال نقش سیتوکینین‌ها در بسیاری از فرآیندهای مهم رشد و نمو گیاهان از طریق مصرف سیتوکینین خارجی به اثبات رسیده است (۲).

کاهش مشاهده شده در سیتوکینین های درونی تحت شرایط تنش مشخص می کند که امکان دارد سطوح سیتوکینین یک فاکتور محدودکننده تحت شرایط تنش باشد (۶). پیشنهاد شد که کاهش در محتوای سیتوکینین پاسخ اولیه به تنش شوری بود (۴۵). در آزمایشی بنزیل آدنین بر کاهش سرعت رشد، نسبت ساقه به ریشه و محتوی سیتوکینین درونی در یک واریته حساس به شوری جو غلبه کرد (۲۸). بیشترین رشد طولی ذرت طی مرحله ۹ تا ۱۰ برگی اتفاق می‌افتد (۱۱) که در واقع علت افزایش ارتفاع بوته با مصرف سیتوکینین در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی نسبت به تیمار شاهد و زمان مصرف ۵ تا ۶ برگی را می‌توان به این موضوع ربط داد.

ارتفاع بوته تحت تأثیر زمان محلول‌پاشی اکسین قرار نگرفت (جدول ۱). هورمون اکسین به‌عنوان هورمونی جهت افزایش طویل شدن سلولی شناخته می‌شود (۴۴). ظهور گل نر به‌عنوان آخرین مرحله رشد رویشی قبل از ظهور ابریشم آغاز می‌شود. در این زمان گیاه حداکثر رشد طولی خود را انجام داده است (۱۱). احتمالاً به دلیل اینکه در این تحقیق محلول‌پاشی هورمون اکسین بعد از زمان رسیدن گیاه به حداکثر رشد طولی انجام شده است نتوانست ارتفاع بوته را تحت تأثیر قرار بدهد.

طول بلال در سطح ۵٪ تحت تأثیر الگوی کاشت قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین طول بلال از روش کاشت کف فارو با ۱۶/۰۶ و کمترین مقدار این صفت با ۱۳/۲۶ سانتی‌متر با الگوی کشت معمول به‌دست آمد (جدول ۲). یزدی‌مطلق و همکاران (۴۹) و حسن‌زاده مقدم (۱۸) دریافتند که در شرایط شور روش کاشت کف فارو از نظر صفت طول بلال نسبت به روش کاشت روی پشته برتری نشان داد. طول بلال تحت تأثیر زمان محلول‌پاشی اکسین و سیتوکینین قرار نگرفت.

اثر الگوی کاشت در سطح ۱٪ بر روی قطر بلال معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین مقدار آن از الگوی کاشت کف فارو با ۴/۲۶ و کمترین قطر بلال برابر با ۳/۵۲ سانتی‌متر با الگوی کشت معمول بود (جدول ۲). در این مورد نتایج تحقیق با یافته های حسن زاده مقدم مطابقت دارد. قطر بلال به زمان مصرف هورمون های اکسین و سیتوکنین واکنشی نشان نداد.

اثر الگوی کاشت در سطح ۱٪ بر روی تعداد ردیف دانه در بلال

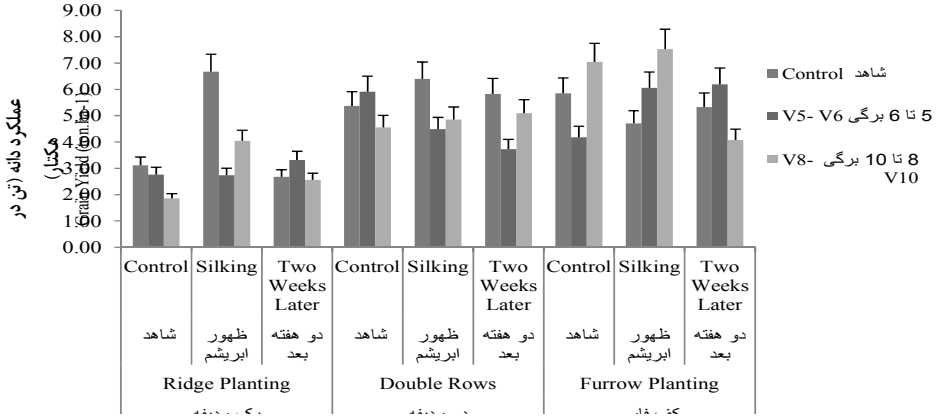
www.SID.ir

Archive of SID

معنی دار بود (جدول ۱) و بیشترین مقدار آن از الگوی کاشت کف فارو تعداد ۱۴/۷۴ بود که البته با مقدار حاصل از الگوی کاشت دو ردیفه تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲).

تعداد ردیف دانه در بلال در سطح ۱٪ تحت تأثیر زمان محلول‌پاشی سیتوکینین قرار گرفت (جدول ۱) و بیشترین میزان آن در زمان محلول‌پاشی ۸ تا ۱۰ برگی برابر با ۱۴/۵۵ به‌دست آمد (جدول ۲). اثر زمان محلول پاشی اکسین بر تعداد ردیف دانه در بلال معنی دار نشد. تعداد ردیف دانه در بلال در الگوهای مختلف کاشت در سطح ۱٪ تحت تأثیر زمان محلول‌پاشی اکسین و سیتوکینین قرار گرفت. بیشترین ردیف دانه در بلال در الگوی کشت معمول با محلول‌پاشی سیتوکینین در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی و مصرف اکسین در زمان دو هفته بعد از ظهور ابریشم و کمترین مقدار آن با محلول‌پاشی سیتوکینین در مرحله ۵ تا ۶ برگی و مصرف اکسین در زمان دو هفته بعد از ظهور ابریشم مشاهده شد در حالی‌که در الگوی کشت دوردیفه بیشترین ردیف دانه در بلال با محلول‌پاشی سیتوکینین در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی و مصرف اکسین در زمان ظهور ابریشم و کمترین مقدار آن با محلول‌پاشی سیتوکینین در مرحله ۵ تا ۶ برگی و مصرف اکسین در زمان ظهور ابریشم به‌دست آمد. همچنین در الگوی کشت کف فارو بیشترین تعداد ردیف دانه در بلال با محلول‌پاشی سیتوکینین در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی و بدون مصرف اکسین بود در حالی‌که کمترین مقدار بدون مصرف هر دو هورمون به‌دست آمد (شکل ۲). معمولاً تعداد ردیف دانه در بلال تحت کنترل مکانیسم‌های ژنتیکی بوده ولی عوامل کنترلی نیز بر آن تأثیرگذارند (۲۶). در روش کاشت معمول، بعد از هر آبیاری بر اثر تبخیر مقداری نمک بر روی پشته‌ها باقی می‌ماند که بر اثر آبیاری‌های متعدد این نمک زیاد و زیادتر گشته و شرایط نامساعد حیات را برای گیاه به‌وجود می‌آورد. برای رفع مشکلات الگوی کاشت معمولی، کشت دو ردیف ذرت در کنار پشته‌ها به‌صورت زیگزاگ و کشت کف فارو توصیه شده است، که به علت توزیع بهتر بوته‌ها و عدم تجمع نمک پای بوته‌ها در شرایط شور اثر مثبت بر عملکرد خواهد داشت (۳). تعداد ردیف دانه در بلال ذرت در مرحله هشت برگی تعیین می‌شود (۱۱). می‌توان عدم واکنش تعداد ردیف دانه در بلال به زمان مصرف اکسین را با در نظر گرفتن این مسئله که تعداد ردیف دانه در بلال طی مراحل رشد رویشی مشخص می‌شود ولی اکسین در این تحقیق طی رشد زایشی مصرف شده است، توجیه نمود.

الگوی کاشت توانست تعداد دانه در ردیف بلال را در سطح ۱٪ تحت تأثیر قرار دهد (جدول ۱) و بیشترین مقدار این صفت مربوط به الگوی کاشت کف فارو برابر با ۴۰/۷۷ بود (جدول ۲). زمان محلول‌پاشی سیتوکینین در سطح ۵٪ بر تعداد دانه در ردیف بلال تأثیر گذاشت (جدول ۱) و بیشترین میزان آن برابر با ۳۹/۴۹ با تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۲). تعداد دانه در ردیف بلال در الگوهای مختلف کاشت در سطح ۵٪ تحت تأثیر زمان محلول پاشی اکسین و سیتوکینین قرار گرفت. در الگوی کشت معمول و دوردیفه بیشترین تعداد دانه در ردیف با محلول‌پاشی سیتوکینین در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی و بدون محلول‌پاشی اکسین و کمترین مقدار آن نیز با محلول‌پاشی سیتوکینین در مرحله ۵ تا ۶ برگی و بدون مصرف اکسین به‌دست آمد. در حالی که در الگوی کشت کف فارو بیشترین تعداد دانه در ردیف با محلول پاشی سیتوکینین در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی و بدون محلول پاشی اکسین و کمترین مقدار نیز با محلول پاشی سیتوکینین در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی و محلول‌پاشی اکسین در زمان ظهور ابریشم بود (شکل ۳).

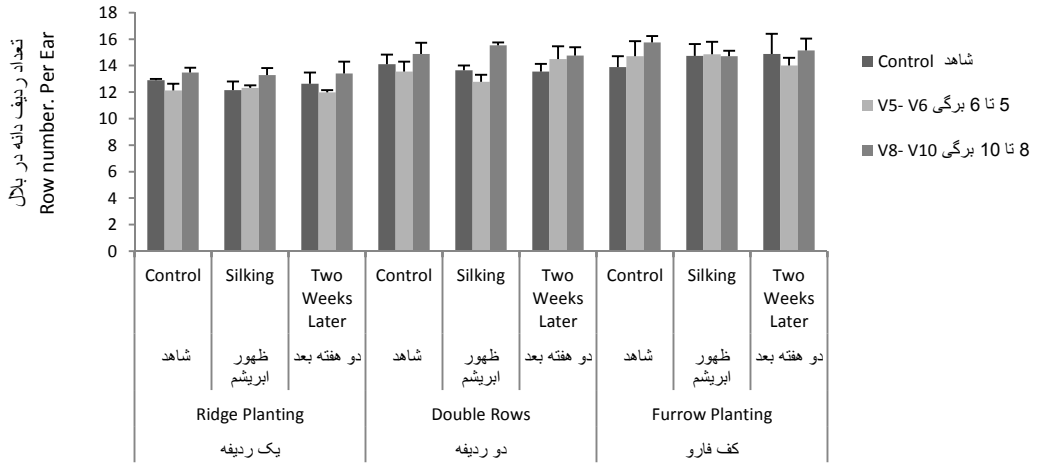


شکل ۱- عملکرد دانه در الگوهای مختلف کاشت در زمان‌های مختلف محلول‌پاشی هورمون‌های سیتوکینین و اکسین

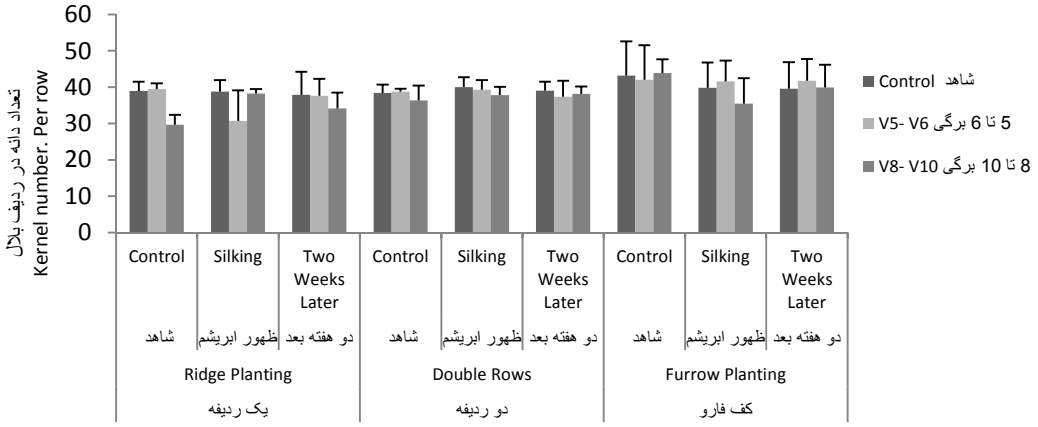
Figure 1- Grain yield in different planting patterns at cytokinin and auxin different times of spraying

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- تعداد ردیف دانه در بلال در روش‌های مختلف کاشت در زمان‌های مختلف محلول‌پاشی هورمون‌های سیتوکینین و اکسین
Figure 2- Row number Per Ear in different planting patterns at cytokinin and auxin different times of spraying



شکل ۳- تعداد دانه در ردیف در روش‌های مختلف کاشت در زمان‌های مختلف محلول‌پاشی سیتوکینین و اکسین
Figure 3- Kernel number Per row in different planting patterns at cytokinin and auxin different times of spraying

به‌طور کلی در بین همه تیمارها بیشترین مقدار آن با الگوی کاشت کف فارو، بدون محلول‌پاشی اکسین و محلول‌پاشی سیتوکینین در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی برابر با ۴۳/۸۳ به‌دست آمد. با وجود شرایط نامناسب محیطی از جمله تنش شوری، ظهور ابریشم در مقایسه با ظهور گل تاجی خیلی بیشتر به تعویق می‌افتد و تعداد تخمک‌های تلقیح یافته (دانه) کاهش می‌یابد، به عبارت دیگر ظرفیت ذخیره‌سازی مقصد کاهش می‌یابد و نسبت گلچه‌های عقیم افزایش یافته و تعداد دانه در ردیف کاهش می یابد. در تحقیقی کاربرد مواد محرک رشد گیاهی اثرات مفیدی بر عملکرد گندم داشته و افزایش عملکرد به دلیل افزایش تعداد دانه در واحد سطح بوده است (۳۹).

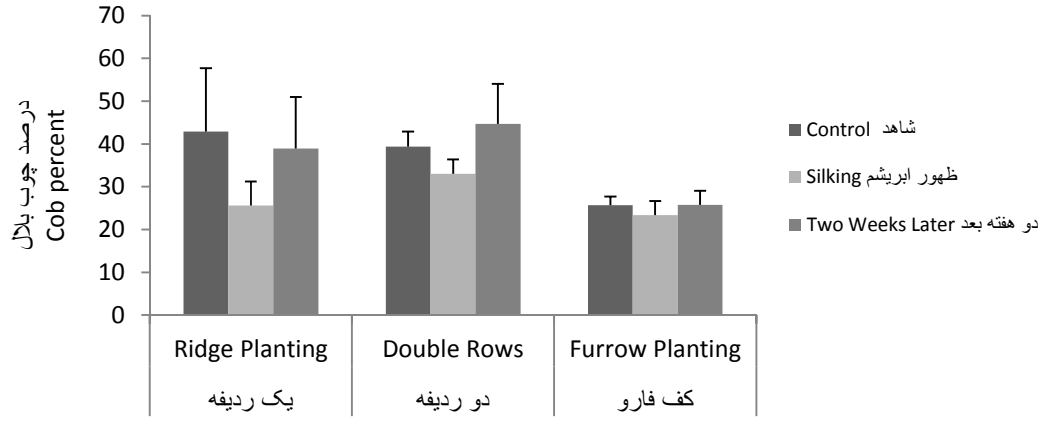
اثر الگوی کشت بر درصد چوب بلال در سطح ۱٪ معنی دار بود (جدول ۱) و بیشترین میزان این صفت با ۳۹/۰۳٪ با کشت دوردیفه و کمترین درصد چوب بلال نیز با میانگین ۲۴/۹۴٪ با کشت کف فارو با به دست آمد. اثر زمان محلول پاشی سیتوکینین بر درصد چوب بلال معنی‌دار نشد ولی در سطح ۱٪ تحت تأثیر زمان محلول‌پاشی اکسین قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین درصد چوب بلال برابر با ۳۶/۴۶٪ مربوط به محلول‌پاشی اکسین در زمان دو هفته بعد از ظهور ابریشم بود که البته تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت. کمترین درصد چوب بلال نیز با میانگین ۲۷/۳۲٪ به زمان محلول‌پاشی همزمان با ظهور ابریشم اختصاص داشت. اثر متقابل الگوی کاشت و زمان محلول پاشی اکسین نیز بر درصد چوب بلال در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. بیشترین درصد چوب بلال در الگوی کشت معمول برابر با ۴۲/۹۱ درصد با تیمار شاهد به‌دست آمد در حالی‌که در کشت دوردیفه و کف فارو بیشترین درصد چوب بلال به‌ترتیب برابر با ۴۴/۷۱ و ۲۵/۷۴ درصد با زمان محلول‌پاشی دو

www.SID.ir

Archive of SID

هفته بعد از ظهور ابریشم مشاهده شد. همچنین کمترین درصد چوب بلال در هر سه الگوی کشت به‌ترتیب برابر با ۲۵/۵۹، ۳۲/۹۹ و ۲۳/۳۷ درصد به محلول‌پاشی اکسین در زمان ظهور ابریشم اختصاص داشت (شکل ۴). وزن هزار دانه در سطح ۱٪ تحت تأثیر الگوی کاشت قرار گرفت (جدول ۱) و بیشترین مقدار آن با کشت کف فارو برابر با ۲۴۲/۸۹ گرم به‌دست آمد که البته تفاوت معنی‌داری با مقدار مشاهده شده در الگوی کشت دو ردیفه نشان نداد. همچنین کمترین وزن هزار دانه با ۱۸۷/۶۶ گرم به الگوی کشت معمول اختصاص داشت (جدول ۲).

اثر زمان محلول‌پاشی سیتوکینین در سطح ۱٪ بر وزن هزار دانه معنی دار شد (جدول ۱) به‌طوری که بیشترین میزان آن با ۲۳۳/۰۵ گرم در تیمار محلول‌پاشی در مرحله ۵ تا ۶ برگی به‌دست آمد ولی اختلاف معنی داری با تیمار شاهد نداشت (جدول ۲). کمترین مقدار نیز برابر با ۱۹۶/۹۱ گرم به محلول‌پاشی در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی اختصاص داشت. اثر محلول پاشی اکسین نیز در سطح ۱٪ بر وزن هزار دانه معنی دار شد (جدول ۱) و بیشترین میزان این صفت با ۲۳۷/۱۲ گرم در تیمار محلول‌پاشی در زمان ظهور ابریشم حاصل شد و کمترین میزان نیز با ۲۱۲/۲۸ گرم با تیمار شاهد به‌دست آمد ولی اختلاف معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی در زمان دو هفته بعد از ظهور ابریشم نداشت (جدول ۲). اثر متقابل الگوی کاشت و زمان محلول پاشی سیتوکینین بر وزن هزار دانه در سطح ۵٪ معنی دار بود (جدول ۱). در الگوی کاشت معمول و کف فارو بیشترین مقدار این صفت بدون مصرف سیتوکینین ولی در الگوی کشت دوردیفه بیشترین مقدار به مصرف در مرحله ۵ تا ۶ برگی تعلق داشت. در هر سه الگوی کشت کمترین وزن هزار دانه با مصرف در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی مشاهده شد (شکل ۵). اثر متقابل الگوی کاشت و زمان محلول‌پاشی اکسین نیز بر وزن هزار دانه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). در الگوی کاشت معمول و کف فارو بیشترین مقدار این صفت با مصرف در زمان ظهور ابریشم بود در حالی‌که در الگوی کشت دو ردیفه به زمان مصرف دو هفته بعد از ظهور ابریشم اختصاص داشت. کمترین وزن هزار دانه در کشت معمول به زمان مصرف دو هفته بعد از ظهور ابریشم، در کشت دو ردیفه به زمان مصرف دو هفته بعد از ظهور ابریشم و در کشت کف فارو به تیمار شاهد اختصاص داشت (شکل ۶). روند کاهشی عملکرد دانه با افزایش شوری می‌تواند به دلیل کاهش وزن هزار دانه و اختلال در گرده‌افشانی و مراحل فتوسنتزی گیاه و انتقال مواد به دانه‌ها در شرایط شور باشد (۲۸). کاهش وزن هزار دانه ممکن است به یکی از دو دلیل کاهش میزان مواد فتوسنتزی وارد شده به بلال به دلیل اختصاص بخشی از مواد فتوسنتزی تولید شده برای تنظیم اسمزی مورد نیاز گیاه و یا کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها باشد (۳۳). یکی از اهداف محلول‌پاشی هورمون‌های گیاهی طی دوره زایشی افزایش دوره سبزینگی و فعالیت فتوسنتزی برگ‌ها برای انتقال مواد فتوسنتزی بیشتر به دانه است (۱۵). پونلایت و همکاران (۳۸) گزارش دادند که وزن تک دانه ذرت یکی از اجزاء مؤثر در تنظیم عملکرد است، اما نسبت به دیگر اجزاء عملکرد از حساسیت کمتری برخوردار است. براساس گزارش کوچکی و سرمدنیا (۲۷) هورمون‌ها با تأثیر بر تشکیل، نمو و از بین رفتن گل‌ها و بذرها اثر مهمی در روابط بین مبدأ و مقصد گیاهان می‌گذارند و ممکن است از طریق تأثیر بر روی نیاز مقصد به‌طور غیر مستقیم روی سرعت انتقال اثر بگذارند. با توجه به عملکرد فیزیولوژیکی سیتوکینین هیچ تردیدی وجود ندارد که کاهش سطوح سیتوکینین داخلی می‌تواند باعث کاهش فعالیت مقصد و تسریع روند پیری در شرایط تنش شوری شود (۴۷). اثرات مثبت اکسین در نمو دانه از طریق افزایش انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی در مورد ذرت به اثبات رسیده است (۹).



شکل ٤- درصد چوب بلال در روش‌های مختلف کاشت در زمان‌های مختلف محلول‌پاشی هورمون اکسین

Figure 4- Cob percent in different planting patterns at auxin different times of spraying

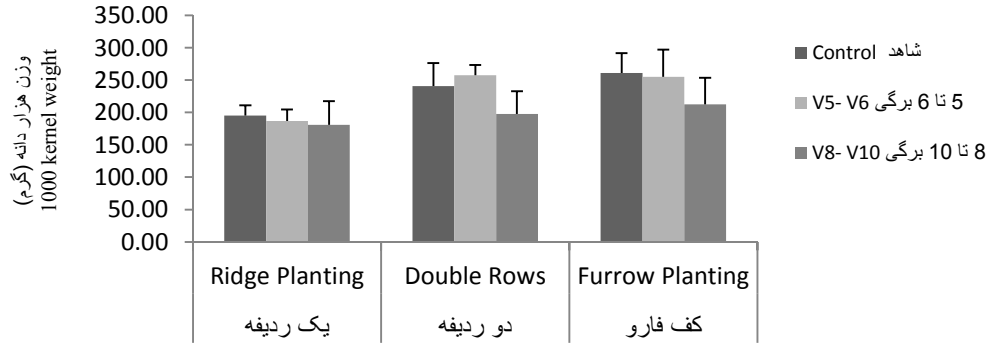
www.SID.ir

Archive of SID

الگوی کاشت توانست شاخص برداشت را در سطح ۵٪ تحت تأثیر قرار دهد (جدول ۱) و بیشترین میزان این صفت برابر با ۲۹/۷۵ درصد با الگوی کشت معمول به‌دست آمد در حالی‌که کمترین شاخص برداشت برابر با ۲۲/۸ درصد مربوط به الگوی کشت دوردیفه بود (جدول ۲). افزایش شاخص برداشت با الگوی کشت معمول به دلیل افزایش عملکرد دانه نبود، بلکه با توجه به رابطه بین شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیکی، کاهش بیشتر عملکرد بیولوژیکی نسبت به عملکرد دانه در این روش نسبت به روش‌های دیگر باعث کاهش شاخص برداشت شد.

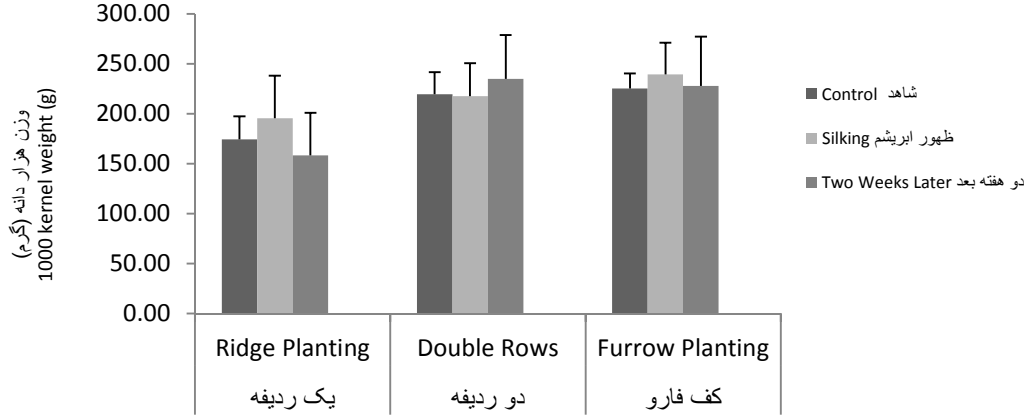
زمان محلول‌پاشی هورمون نیز در سطح ۱٪ بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۱) به‌طوری‌که در مورد اکسین بیشترین میزان شاخص برداشت با ۳۵/۱۱ درصد با محلول‌پاشی در زمان ظهور ابریشم بود در حالی‌که کمترین میزان با ۲۲/۲۳ درصد با تیمار شاهد مشاهده گردید که البته با تیمار محلول‌پاشی در زمان دو هفته بعد از ظهور ابریشم تفاوت معنی‌داری نداشت. در مورد سیتوکینین بیشترین شاخص برداشت با ۳۰/۰۹ با محلول پاشی در مرحله ۵ تا ۶ برگی به‌دست آمد ولی تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت و کمترین مقدار نیز برابر با ۲۲/۸۸ درصد به تیمار محلول پاشی در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی اختصاص داشت (جدول ۲).

اثر متقابل الگوی کاشت و زمان محلول‌پاشی سیتوکینین بر شاخص برداشت در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. در الگو های کشت معمول و دوردیفه بیشترین شاخص برداشت با مصرف سیتوکینین در مرحله ۵ تا ۶ برگی به دست آمد در حالی‌که در الگوی کشت کف فارو بیشترین شاخص برداشت بدون مصرف سیتوکینین حاصل شد. در هر سه الگوی کشت کمترین شاخص برداشت به زمان مصرف ۸ تا ۱۰ برگی اختصاص داشت (شکل ۷) که احتمالاً به دلیل برهم خوردن تعادل هورمونی در این تیمار می‌باشد. عواملی که انتقال آسیمیلاسیون مقصد را کنترل می‌کنند، روی توزیع مواد فتوسنتزی نیز کنترل دارند و هورمون‌ها از طریق اثر روی فعالیت آنزیمی و انعطاف‌پذیری سلول های مقصد تأثیر به‌سزایی روی توزیع مواد فتوسنتزی دارند (۲۷).



شکل ۵- وزن هزار دانه در روش‌های مختلف کاشت در زمان‌های مختلف محلول‌پاشی هورمون سیتوکینین

Figure 5- 1000 kernel weight in different planting patterns at cytokinin different times of spraying

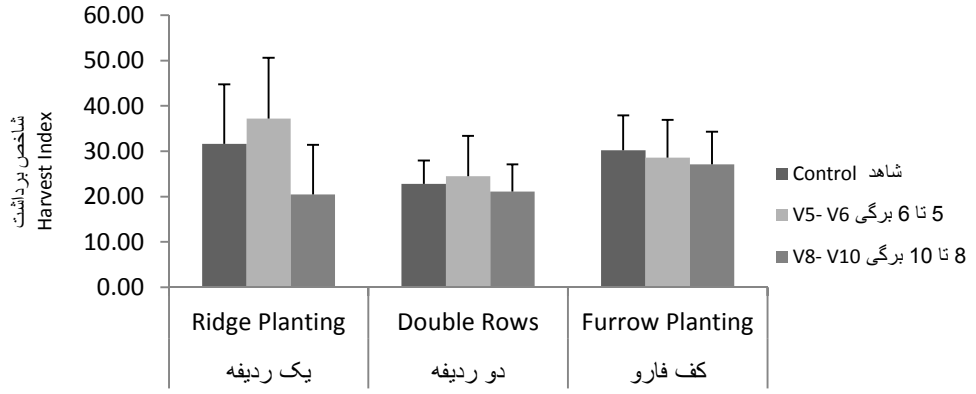


شکل ٦- وزن هزار دانه در روش‌های مختلف کاشت در زمان‌های مختلف محلول‌پاشی هورمون اکسین

Figure 6- 1000 kernel weight in different planting patterns at auxin different times of spraying

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷- شاخص برداشت در روش‌های مختلف کاشت در زمان‌های مختلف محلول‌پاشی هورمون سیتوکینین
Figure 7- Harvest index in different planting patterns at cytokinin different times of spraying

نتیجه‌گیری

افزایش شوری همراه با کاهش سطوح اکسین و سیتوکینین در بافت‌های گیاهی و افزایش در سطوح ABA و جاسمونیک اسید می‌باشد. تغییرات ایجاد شده در سطوح هورمون‌ها در بافت‌های گیاهی یک فرآیند آغازی کنترل‌کننده کاهش رشد ناشی از شوری می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که مصرف خارجی هورمون‌های سیتوکینین و اکسین، می‌تواند مقاومت ذرت را در برابر شوری افزایش داده و پتانسیل دانه را به شرایط مطلوب نزدیک نماید. مصرف سیتوکینین در مرحله تشکیل جوانه بلال، توانست تعداد مخزن (دانه) را افزایش دهد. اکسین با تأثیر بر تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌های آندوسپرم و یا کنترل مواد پرورده به سمت مقصد بر ظرفیت مقصد تأثیرگذار است. اکسین موجب تبدیل بیشتر ساکاروز به نشاسته و افزایش برقراری شیب غلظت می‌شود و از این طریق ظرفیت مخزن (وزن دانه) افزایش می‌یابد که در این تحقیق نیز هورمون اکسین از طریق افزایش وزن هزار دانه عملکرد را افزایش داد. از طرفی نکته قابل توجه در این آزمایش اهمیت استفاده از آب‌های شور و لب‌شور و سازگاری در کشاورزی مناطق شور می‌باشد که با تغییر روش‌های کاشت در شرایط شور می‌تواند اثر شگرفی بر روی عملکرد دانه گذاشته به نحوی که اثر شوری تا حد امکان کاهش یابد زیرا با روش کاشت کف فارو، به دلیل کاهش تجمع نمک در آن، محیط مناسب‌تری نسبت به روش کاشت روی پشته برای رشد گیاه فراهم می‌شود.

References

1. 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 onditions. Journal of Plant Growth Regulation 50: 85-90.
2. Ashraf, M., Athar, H. R., Harris, P. J. C., and Kwon, T. R. 2008. Some prospective strategies for improving crop salt tolerance. Advances in Agronomy 97: 45-110.
3. Barzegari, M. 2006. Research report on planting corn in furrow on light, saline and sandy soils. Safi Abad Agricultural Research Center of Dezful, 32p. (in Persian).
4. Blackman, P. G., and Davies, W. J. 1984. Modification of the CO_2 responses of maize stomata by abscisic acid and by naturally occurring and synthetic cytokinins. Journal of Experimental Botany 35: 174-179.
5. Boothby, D., and Wright, S. T. C. 1962. Effect of kinetin and other growth regulators on starch degradation. Nature, 196: 389-390.
6. Boucaud, J., and Ungar, I. A. 1976. Hormonal control of germination under saline conditions of three halophyte taxa in genus Suaeda. Physiological Plantarum 36: 197-200.
7. Brault, M., and Maldiney, R. 1999. Mechanisms of cytokinin action. Plant Physiology and Biochemistry 37: 403-412.
8. Brenner, M. L., and Cheikh, N. 1995. The role of hormones in photosynthate partitioning and seed filling. PP 649–670. In: Davies P.J. (ed.), Plant Hormones, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
9. Darussalam Cole, M. A., and Patrick, J. W. 1998. Auxin control of photoassimilate transport to and within developing grains of wheat. Australian Journal of Plant Physiology 25: 69-77.
10. Esmaeili, A., and Roshan, A. 2006. Effects of nitrogen fertilizer on the environment. Zeitun Journal 18: 20-30. (in

www.SID.ir

Archive of SID

Persian).
11. Espinoza, L., and Ross, J. 1996. Corn production. Arkansas, Arkansas Univ, Pp: 5-10.
12. FAO report. 2013. http:// www. Fao. Org/ economic/ess/ess- publication/ ess- yearbook/ en/#. VNh3lyx8XGg.
13. Fischer, R. A., and Miles, R. E. 1973. The role of spatial pattern in the competition between crop plants and weeds.A theoretical analysis.Math. Biology Science 18: 35.
14. Foidle, N., Makkar, H. P. S., and Becker, K. 2001. The Potential of *Moringa Oleifera* for Agricultural and Industrial Uses. PP 45–76. In: Fuglie, L. J. (ed.), The Miracle Tree: The Multiple Attribute of Moringa.
15. Garsia, R., and Hanowy, J. J. 1996. Foliar fertilization of Soybean during the seed filling period. Agronomy Journal 68: 653-657.
16. Grossman, S., and Leshem, Y. 2006. Lowering of Endogenous Lipoxygenase Activity in *Pisum sativum* Foliage by Cytokinin as Related to Senescence. Physiological Plantarum 43: 359-362.
17. Hansen, H. K., and Grossmann, K. 2000. Auxin-induced enthylene triggers abscisic acid biosynthesis and growth inhibition. Plant Physiology 124: 1437-1448.
18. Hasanzadeh- Moghaddam, H. 2004. Effect of cultivation methods and plant density on yield and forage maize in saline soils. Number series, 86/341. Agriculture and Natural Resources Research Center of Khorasan Razavi. (in Persian).
19. Hashemi- Dezfuli, S., Alami, S., Siadat, S. A., and Komaili, M. 2001. Effect of planting date on yield of two varieties of sweet corn on the weather conditions in Khuzestan. J of Agri Sci. 32: 681-689. (in Persian with English abstract).
20. Hoffman, G. J., Mass, E. V., Prichard, T. L., and Meyer, J. L. 1983. Salt tolerance of corn in the Sacramento-San Joaquin Delta of California. Irrigation Science 4: 31-44.
21. Huu-Sheng, L., and Tim, S. 1993. Role of Auxin in Maize Endosperm Development. Plant Physiology 103: 273-280.
22. Iqbal, M., and Ashraf, M. 2010. Gibberellic acid mediated induction of salt tolerance in wheat plants: Growth, ionic partitioning, photosynthesis, yield and hormonal homeostasis. Environmental and Experimental Botany 86: 76-85.
23. Kaya, C., Tuna, A. L., and Yokas, I. 2009. The Role of Plant Hormones in Plants under Salinity Stress. Book Salinity and Water Stress 44: 45-50.
24. 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. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 34: 529-538.
25. Khavari- Khorasani, S. 2012. The Handbook of corn production. Gholami Press, 250 pp. (in Persian).
26. Koocheki, A., and Banayan, M. 1994. Crop physiology. SID Publication of Mashhad. (in Persian).
27. Koocheki, A., and Sarmadnia, G., 2012. Crop physiology. SID Publication of Mashhad. (in Persian).
28. Kuiper, D., Schuit, J., and Kuiper, P. J. C. 1990. Actual cytokinin concentrations in plant tissue as an indicator for salt resistance in cereals. Plant Soil 123: 243-250.
29. 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. Environmental and Experimental Botany 49: 107-120.
30. Letham, D. S. 1978. Cytokinins. PP 205-243. In: Letham DS, Goodwin PB, Higgins TJV (ed) Phytohormones and related compounds. Vol 1. Elsevier, Amsterdam.
31. Machanda, G., and Garg, N. 2008. Salinity and its effects on the functional biology of legumes. Agricultural Plant Physiology 30: 595-618.
32. Mirmohammadi- Maibodi, S. A., and Ghareyazi, B. 2002. Physiological and breeding aspects of plant salinity. University of Isfahan Press, 245 pp. (in Persian).
33. Mozafar, A., and Goodin, J. R. 1986. Salt tolerance of two different drought-tolerant wheat genotypes during germination and early seedling growth. Plant and Soil Science 96: 303-316.
34. Najafinejad, H., and Farzamniya, M. 2006. Effect of planting pattern on yield, some agronomic traits and water use efficiency in grain corn. Pajouhesh and Sazandegi 82: 46-53. (in Persian with English abstract).
35. Natarajan, M. 1989. Cropping system some concepts and methodologies. PP 680-730. I. N: S. R. Waddington, A. F. E. plamar, and O. T: Edje (Eds).Spatial arrangement of the component crop in developing inter. CYMMIT, CIAT, and government of Malowi.
36. Noormohamadi, Gh., Siadat, A., and Kashani, A. 2009. Cereal Agronomy. Shahid Chamran University of Ahvaz Press, 441 pp. (in Persian).
37. Nordstrom, A., Tarkowski, P., Tarkowska, D., Norbaek, R., Astot, C., Dolezal, K., and Sandberg, G. 2004. Auxin regulation of cytokinin biosynthesisin *Arabidopsis thaliana*: a factor of potential importance for auxin–cytokinin regulated development. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA 101: 8039-8044.
38. Poneleit, C. G., Egli, D. B., Cornelius, P. L., and Reicosky, D. A. 1980. Variation and associations of kernel growth characteristics in maize population. Crop Science 20: 766-770.
39. Rajala, A., and Peltonen-saninio, P. 2001. Plant Growth Regulator Effects on Spring Cereal Root and Shoot Growth. Agronomy Journal 93: 936-943.

www.SID.ir

Archive of SID

40. 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.
41. Sakhabutdinova, A. R., Fatkhutdinova, D. R., Bezrukova, M. V., and Shakirova, F. M. 2003. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. Bulgarian Journal of Plant Physiology, Special Issue: 314-319.
42. Siadat, S. A., and Hasemi-Dezfouli, S. A. 2000. Effect of plant density and planting pattern of grain yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) Hybrid KSC 704. Journal of Agricultural Science 9: 39-48. (in Persian with English abstract).
43. Tarakhovaskaya, 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. Russian Journal of Plant Physiology 60: 176-183.
44. Taslima, K., Hossain, F., and Ara, U. 2011. Effect of indole-3-acetic acid (IAA) on biochemical responses of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) var. bari fellon-1. Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research 46: 77-82.
45. Thomas, J. C., Mcelwain, E. F., and Bohnert, H. J. 1992. Convergent induction of osmotic stress-responses: abscisic acid, cytokinin, and the effects of NaCl. Plant Physiology 100: 416-423.
46. Turan, M. A., Awad-Alkarim, A. H., Taban, N., and Taban, S. 2009. Effect of salt stress on growth, stomatal resistance, proline and chlorophyll concentrations on maize plant. African Journal of Agricultural Research 4: 893-897.
47. Xie, Z., Jiang, D., Cao, W., Dai, T., and Jing, Q. 2003. Relationships of endogenous plant hormones to accumulation of grain protein and starch in winter wheat under different post-anthesis soil water statuses. Plant Growth Regulation 41: 117-127.
48. Yang, J., Wang, Z., Zhu, Q., and Lang, Y. 1999. Regulation of ABA and GA to rice grain filling. Acta Agronomy Sinica 25: 341-348.
49. 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. Journal of Agricultural Ecology 4: 324-327. (in Persian with English abstract).

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 1, Spring. 2016, p. 171-184

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۱ ، بهار ۱۳۹۵، ص. ۱۸۴-۱۷۱

Study of Cytokinin and Auxin Hormones and Planting Pattern Effects on Yield and Yield Components of Grain Maize (*Zea mays* L.) under Saline Conditions

D. Davani[1]- M. Nabipour[2]- H. Roshanfekr Dezfouli[3]

Received: 16-07-2014
Accepted: 10-02-2015

Introduction

Maize (*Zea mays* L.) which belongs to the Poaceae family is the third important cereal crop of the world after wheat and rice. Salinity is one of the major environmental factors limiting plant growth and productivity. Maize is sensitive to salinity. Planting method is a crucial factor for improving crop yield. Planting methods in saline and non-saline conditions are different. Kinetin is one of the cytokinins known to significantly improve the growth of crop plants grown under salinity. Indole acetic acid (IAA) is also known to play a significant role in plant tolerance to salt stress. However, little information appears to be available on the relationship between salinity tolerance and auxin or cytokinins levels in plants. In this respect, the objective of this study was to study the effects of foliar applications of cytokinin and auxin hormones on yield and yield components of grain maize under different planting patterns in saline conditions.

Materials and Methods

The experiment was carried out at Bushehr Agricultural and Natural Resources Research Center, Dashtestan station with 29° 16′ E latitude and 51° 31′ N, longitude and 70 m above the see surface during the 2013 growing season. Dashtestan region is a warm-arid region with 250 mm precipitation per year. The field plowed by April 2013 and then prepared and sowed by August 2013. There were five rows with 75 cm distance. The experiment was conducted as a split-plot factorial design based on complete randomized blocks with three replications. Planting pattern (ridge planting, double rows of planting on a ridge in zigzag form and furrow planting) as the main factor and time of cytokinin (0 as a control, V5- V6 stage and V8- V10 stage) and auxin (0 as a control, silking stage, two weeks after silking stage) foliar-applied was considered in a factorial. Cytokinin (Benzyl Adenine, Merck) and Auxin (Indole-3-Butiric Acid, Merck) were sprayed on the entire plant in the evening with concentration of 50 and 10 g. l^{-1}, respectively. All morphological and yield component traits measured on 10 randomly selected plants of each plot. Yield was measured in 9 m^2 for each treatment. Data analyzed using the SAS (Ver.9.1) and comparing of the means was conducted using Duncan's multiple range test.

Results and Discussion

Results showed that the planting pattern had a significant effect on plant height, ear (cob) length, ear diameter, kernel row number, per ear, kernel number per row, 1000- kernel weight, biological yield, grain yield and harvest index. The highest and the lowest yield obtained through furrow planting and conventional planting, respectively. Applying furrow planting, resulted in water use improvement and reducing side effects of saline soils

Cytokinin application in V8- V10 stage produced the highest plant height and row number per ear and the highest 1000- kernel weight and harvest index was belong to the application of cytokinin in V8- V10 stage. The maximum kernel number per row was obtained without cytokinin.

Auxin effect on 1000- kernel weight, biological yield, grain yield and harvest index were significant ($p \leq 0.01$). The highest grain yield by a mean of 6.57 tons.ha-1 produced by time of auxin foliar-applied in the silking stage. It has been found that both auxin and cytokinin may have a role in mediating cell division in the endosperm during the grain-filling stage. Therefore, these hormones might regulate the grain capacity (sink size) for the accumulation of carbohydrates. It has been found that IAA actively participated in the mobilization and accumulation of carbohydrates in seeds. Auxin and cytokinins hormones are also thought to be involved in regulating the sink strength either by mediating the division and enlargement of endosperm cells or by controlling the import of assimilates to the sink.

1- PhD student in plant physiology, Department of Agronomy and Plant breeding, Shahid Chamran University of Ahvaz
2- Professor, Department of Agronomy and Plant breeding, Shahid Chamran University of Ahvaz
3- Associate Prof., Department of Agronomy and Plant breeding, Shahid Chamran University of Ahvaz
(*- Corresponding Author Email: davanidavoud@gmail.com)

www.SID.ir

Archive of SID

Conclusions

The results indicated that the foliar application of cytokinine and auxin hormones counteracted some of the salt induced adverse effects and improved the maize yield .Due to its effect on diminishing salt aggregation in relation to ridge planting, furrow planting, prepare semi saline and saline areas for growing crops. It is concluded that furrow planting with CK application in V8- V10 stage (50 g. l^{-1}) and IBA in silking stage (10 g. l^{-1}) reduced the effects of salinity on plant and produced the highest grain yield.

Keywords: Furrow planting, Growth stage, Spraying

www.SID.ir