



بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ذرت با محلول پاشی سالیسیلیک اسید

محمود توحیدی^{۱*} و رحیم فلاحی^۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۲۳

تاریخ بازنگری: ۱۳۹۴/۱۲/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۱۰

چکیده

به منظور بررسی تاثیر غلظت و تعداد دفعات محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در شمال خوزستان، آزمایشی در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. تیمار غلظت سالیسیلیک اسید در پنج سطح شامل صفر (شاهد)، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ میلی مولار و تیمار تعداد دفعات محلول پاشی در سه سطح شامل محلول پاشی در مرحله ۸-۶ برگه، دو بار محلول پاشی در مرحله ۸-۶ برگه و ده روز بعد از آن و سه بار محلول پاشی در مرحله ۸-۶ برگه و ده و بیست روز بعد از آن در نظر گرفته شدند. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که شاخص سطح برگ، عملکرد و اجزای عملکرد شامل وزن هزار دانه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف تحت تاثیر مقادیر مختلف غلظت و تعداد دفعات محلول پاشی سالیسیلیک اسید قرار گرفتند اما برهم کنش آنها اختلاف معنی داری نداشت. عملکرد بیولوژیک تحت تاثیر مقادیر مختلف غلظت سالیسیلیک اسید قرار گرفت به طوری که، بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار غلظت ۰/۷۵ میلی مولار با ۱۸۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن مربوط به شاهد (بدون محلول پاشی) با ۱۵۴۱۰ کیلوگرم در هکتار بودند اما تعداد دفعات محلول پاشی و برهم کنش آنها اختلاف معنی داری نداشت. محلول پاشی سالیسیلیک اسید در مقادیر مختلف، عملکرد دانه را افزایش داد به طوری که بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط به تیمار غلظت ۱ میلی مولار با ۸۹۹۸ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن مربوط به شاهد (بدون محلول پاشی) با ۶۸۹۷ کیلوگرم در هکتار برآورد شدند و در تیمار تعداد دفعات محلول پاشی بیشترین مقدار عملکرد دانه با ۸۵۹۲ کیلوگرم در هکتار با دو بار محلول پاشی در مرحله ۸-۶ برگه و ده روز بعد از آن به دست آمد. نتیجه گرفته شد که مصرف سالیسیلیک اسید می تواند در افزایش عملکرد و رشد ذرت مؤثر باشد.

واژگان کلیدی: ذرت، سالیسیلیک اسید، عملکرد، محلول پاشی.

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران

mahmoodtohid@yahoo.com

(نگارنده مسئول)

۲- دانشکده کشاورزی، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران

مقدمه

عملکرد دانه نتیجه فاکتورهایی است که به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر اجزای عملکرد اثر می‌گذارد. این عوامل عبارتند از ژنوتیپ، فاکتورهای زراعی و عوامل محیطی. ذرت از مهم‌ترین گیاهان زراعی ایران بوده که پرمحصول‌ترین گیاه تیره‌ی غلات به‌شمار می‌رود. این گیاه از نظر میزان محصول بعد از گندم و برنج، سومین محصول غله‌ای جهان می‌باشد. ذرت به دلیل اهمیت بالایی که در تغذیه انسان و دام داشته و به‌دلیل سازگاری گسترده‌ای که با مناطق آب و هوایی معتدل و گرمسیری دارد، یکی از گیاهان زراعی راهبردی محسوب می‌شود (Yazdani *et al.*, 2009). استان خوزستان با شرایط اقلیمی خاص، وجود منابع آبی، زمین‌های حاصل‌خیز، از پتانسیل فوق‌العاده‌ای برای افزایش تولید ذرت در کشور در دو فصل کشت بهاره و پاییزه برخوردار می‌باشد. ذرت، حساسیت زیادی به تغییرات درجه حرارت در زمان گلدهی نشان می‌دهد و در شرایط آب و هوایی نامساعد، کاهش محصول آن کاملاً محسوس است (Nour mohammdy *et al.*, 2001). همه ساله استان خوزستان به‌خصوص شمال این استان زیر کشت ذرت دانه‌ای بهاره قرار گرفته که اغلب کشاورزان تمایل به کشت بذر هیبرید S.C.704 (با توجه به سابقه عملکرد آن) را دارند. با توجه به اینکه این هیبرید از نظر طول دوره رشد دیررس می‌باشد معمولاً زمان و دوره گلدهی و پرشدن دانه با گرمای انتهای فصل مصادف شده و کاهش محصول را برای کشاورزان به‌بار می‌آورد. سالیسیلیک اسید و مشتقات آن از جمله ترکیبات جدیدی هستند که به‌عنوان تنظیم‌کننده رشد گیاهی عمل نموده و این ترکیبات در شرایط تنش اسمزی می‌توانند گیاه را محافظت (Wang and Li, 2006) و باعث افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های زیستی و غیرزیستی باشند (Singh and Usha, 2003).

(2003). افزایش مقاومت گیاهان از راه‌های مختلف شامل به‌نژادی و استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد عملی است. در مقایسه با روش‌های به‌نژادی که اغلب بلند مدت و هزینه‌بردار هستند، استفاده از مواد شیمیایی مانند سالیسیلیک اسید، آسان‌تر و ارزان‌تر است. سالیسیلیک اسید یک ترکیب فنلی است و با داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان و به‌عنوان یک مولکول پیام‌رسان مهم در پاسخ‌های گیاه به تنش‌های زیستی و غیرزیستی شناخته شده است که با تاثیر بر آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیدازها و تنظیم‌کننده‌های اسمزی مثل پرولین، گلیسین و بتائین آثار ناشی از تنش خشکی، فلزات سنگین، گرما، سرما و شوری را کاهش می‌دهد (EL-tayeb, 2005). سالیسیلیک اسید به نوعی با کاهش پراکسیداسیون لیپیدها از طریق اثر بر مکانیسم‌های دفاع آنزیمی و غیرآنزیمی، گیاه ذرت را در مقابل تنش اکسیداتیو محافظت کرده است (Gunes *et al.*, 2007). روش مصرف، غلظت سالیسیلیک اسید، گونه گیاهی و مرحله رشد از عواملی هستند که در تاثیرگذاری سالیسیلیک اسید مؤثرند. برای مثال، زمانی که بذر ذرت با ۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید تیمار شد باعث افزایش مقاومت به خشکی گردید. ولی، استفاده از همین غلظت به‌صورت محلول‌پاشی، باعث کاهش مقاومت به خشکی گردید (Nemeth *et al.*, 2002). آزمایش انجام شده روی ذرت نشان داد که مصرف سالیسیلیک اسید در غلظت ۰/۱ میلی‌مولار در رفع آسیب اکسیداتیو نقش داشته و می‌تواند به طور مؤثری باعث بهبود رشد ذرت در هر دو شرایط تنش و غیرتنش شود و به‌طور معنی‌داری باعث افزایش عملکرد دانه گردد و از آنجا که این ماده بسیار ارزان و دسترسی به آن آسان است، بنابراین مصرف آن در ذرت توجیه اقتصادی دارد

میلی مولار و تیمار تعداد دفعات محلول پاشی در سه سطح شامل یک بار محلول پاشی (در مرحله ۸-۶ برگگی)، دو بار محلول پاشی (در مرحله ۸-۶ برگگی و ده روز بعد از آن) و سه بار محلول پاشی (در مرحله ۸-۶ برگگی و ده و بیست روز بعد از آن) بود. نحوه ی محلول پاشی سالیسیلیک اسید به این صورت انجام گرفت که (به وسیله ی سم پاش موتوری ۱۲ لیتری) بر روی تمام قسمت های بوته های ذرت با محلول سالیسیلیک اسید، قطرات محلول جاری شد به طوری که اندام های هوایی خیس شدند. در تیمار شاهد غلظت سالیسیلیک اسید به منظور ایجاد شرایط استاندارد از آب مقطر استفاده شد. هر کرت آزمایشی دارای پنج خط کشت به طول شش متر و فاصله فاروها در تمام تیمارها ۷۵ سانتی متر بود و بین کرت ها یک خط بدون کشت و فاصله بین دو بلوک یک متر در نظر گرفته شد. عملیات کاشت با تراکم بوته ثابت ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار در تاریخ ۱۳۹۳/۱۲/۱۵ با دست و عملیات داشت شامل آبیاری (بر اساس نیاز گیاه)، وجین علف های هرز، و در مرحله ۳-۲ برگگی میزان بوته در واحد سطح، با تنک کردن تنظیم گردید و همچنین عملیات برداشت در تاریخ ۱۳۹۴/۴/۵ انجام شد. برای اندازه گیری شاخص سطح برگ در زمان ظهور گل آذین نر از هر واحد آزمایش سطح برگ های پنج بوته متوالی به صورت تجربی و با فرمول (طول برگ × عرض برگ × ۰/۷۵ = سطح برگ) محاسبه و بر مساحت زمین تحت اشغال این پنج بوته تقسیم گردید. جهت تعیین عملکرد و اجزای عملکرد با حذف حاشیه از ردیف های مربوط به عملکرد به میزان ۶ متر مربع برداشت و پس از جداسازی بلال ها و شمارش تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف و جدا نمودن دانه ها، با رطوبت ۱۴ درصد (اندازه گیری با دستگاه رطوبت سنج دیجیتالی) محاسبه شد. جهت تعیین عملکرد بیولوژیک، در

(Mehrabian moghadam *et al.*, 2011). سالیسیلیک اسید باعث افزایش فعالیت آنتی اکسیدانت ها مانند سوپراکسیداز دیسموتاز و پراکسیداز شده و سبب افزایش تحمل گیاه به تنش اکسیداتیو ایجاد شده توسط گونه های فعال اکسیژن می گردد. سالیسیلیک اسید از طریق افزایش کلروفیل و فعالیت آنزیم روبیسکو میزان فتوسنتز کل را افزایش داده است (Gautam and Sing, 2009). سالیسیلیک اسید به عنوان یک تنظیم کننده رشد نقش مهمی در جوانه زنی، استقرار نهال ها، رشد سلول، تنفس، بستن روزنه ها، پیری، افزایش فعالیت آنزیم ها و فتوسنتز تحت شرایط تنش ایفاء می کند (Al-Whaibi *et al.*, 2011). تحقیق حاضر جهت انتخاب غلظت مناسب و تعداد دفعات محلول پاشی سالیسیلیک اسید به عنوان یک تنظیم کننده رشد گیاهی جهت افزایش تحمل گیاه ذرت به تنش های محیطی در انتهای فصل می باشد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی دزفول با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۷ دقیقه و طول ۴۸ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی با ارتفاع ۸۲ متری از سطح دریا روی ذرت اجرا گردید. منطقه دارای اقلیم نیمه خشک با متوسط بارندگی حدود ۲۵۰ میلی متر و فاقد بارندگی تابستانه است. بافت خاک محل آزمایش سیلتی، رسی لومی، هدایت الکتریکی آن ۱/۴ دسی زیمنس بر متر، اسیدیته آن ۷/۵۰، نیتروژن کل ۰/۷۳ درصد و فسفر و پتاس قابل جذب آن به ترتیب ۱۵/۶ و ۲۰۹ میلی گرم در کیلوگرم بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. تیمار غلظت سالیسیلیک اسید در پنج سطح شامل صفر (شاهد)، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱

بنابراین، حفظ شاخص سطح برگ در یک حد مطلوب تحت غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید بیانگر این است که غلظت ۰/۷۵ میلی‌مولار می‌تواند فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه را به گونه‌ای تغییر دهد که بتواند گیاه را در جهت تحمل گرمای انتهایی فصل یاری دهد. ابراهیمی و جعفری حقیقی (Ebrahimi and Jafari Haghghi, 2012) گزارش کردند که سالیسیلیک اسید بر شاخص سطح برگ، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اثر مثبت معنی‌داری داشت و غلظت ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید می‌تواند برای کشت ذرت جهت دستیابی به شاخص سطح برگ مطلوب مناسب باشد.

وزن هزار دانه

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین (۲۹۶/۴ گرم) و کمترین (۲۶۳/۹ گرم) وزن هزار دانه مربوط به تیمارهای غلظت ۱ میلی‌مولار و شاهد (بدون محلول پاشی) و در تیمار تعداد دفعات محلول پاشی بیشترین (۲۹۵/۳ گرم) و کمترین (۲۷۷/۷ گرم) وزن هزار دانه با دو بار محلول پاشی در مرحله ۶-۸ برگی و ده روز بعد از آن و یک بار محلول پاشی در مرحله ۶-۸ برگی به دست آمد (شکل‌های ۳ و ۴). اگر چه مصرف سالیسیلیک اسید در غلظت‌های متفاوت در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند اما نسبت به شاهد (بدون محلول پاشی) اختلاف معنی‌دار است و این نشان می‌دهد که مصرف سالیسیلیک اسید باعث شده که سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی و ذخیره‌ای را برای هر دانه فراهم نماید. دلیل اصلی افزایش وزن هزار دانه با مصرف سالیسیلیک اسید، انتقال بیشتر مواد پرورده به دانه‌ها و در ذرت مصرف سالیسیلیک اسید سبب افزایش ۹ درصدی وزن هزار دانه شده است (Zhou et al., 1999). مصرف سالیسیلیک اسید سبب افزایش فتوسنتز برگ و جریان مواد پرورده گیاه جو و تأمین مواد مورد نیاز برای پرکردن دانه‌ها

برداشت نهایی، بوته‌هایی که عملکرد دانه‌ی آنها تعیین شد را توزین، به آزمایشگاه منتقل و در آون با حرارت ۷۰ درجه سلسیوس خشک نموده و سپس وزن خشک کل بوته‌ها محاسبه و از مجموع آن با عملکرد دانه در واحد سطح، عملکرد بیولوژیک حاصل شد. شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه (اقتصادی) بر عملکرد بیولوژیک در واحد سطح به صورت درصد به دست آمد. در نهایت داده‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTATC تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که شاخص سطح برگ، وزن هزار دانه، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و عملکرد دانه تحت تاثیر مقادیر مختلف غلظت و تعداد دفعات محلول پاشی سالیسیلیک اسید قرار گرفت ولی برهم‌کنش آنها اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۱ و ۲).

شاخص سطح برگ

محلول پاشی غلظتی از سالیسیلیک اسید که بتواند شاخص سطح برگ را سریع‌تر به حداکثر برساند، حفظ دوام سطح سبز و جذب نور خورشید بیشتر شده و در نتیجه میزان فتوسنتز و تولید ماده خشک افزایش یافته و در نهایت عملکرد بیشتری مورد انتظار خواهد بود. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین (۳/۳۷) و کمترین (۲/۳۴) شاخص سطح برگ مربوط به تیمارهای غلظت ۰/۷۵ میلی‌مولار و شاهد (بدون محلول پاشی) و در تیمار تعداد دفعات محلول پاشی بیشترین (۳/۲۱) و کمترین (۲/۷۰) شاخص سطح برگ با دو بار محلول پاشی در مرحله ۶-۸ برگی و ده روز بعد از آن و یک بار محلول پاشی در مرحله ۶-۸ برگی به دست آمد (شکل‌های ۱ و ۲).

تعداد دانه در ردیف

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین (۴۲) و کمترین (۳۴/۱) تعداد دانه در ردیف مربوط به تیمارهای غلظت ۱ میلی مولار و شاهد (بدون محلول پاشی) و در تیمار تعداد دفعات محلول پاشی بیشترین (۴۰/۶) و کمترین (۳۷/۳) تعداد دانه در ردیف با دو بار محلول پاشی در مرحله ۸-۶ برگی و ده روز بعد از آن و یکبار محلول پاشی در مرحله ۸-۶ برگی به دست آمد (شکل های ۷ و ۸). در گیاه ذرت، تعداد دانه در ردیف یکی از اجزای مهم عملکرد دانه است که تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله تأمین عناصر غذایی و هورمون های رشد در طی گلدهی و تمایز سنبلچه ها قرار می گیرد و هر عاملی که در زمان تلقیح تخمک ها و تشکیل دانه ها را تحت تأثیر قرار دهد تعداد دانه در بلال تغییر می کند. اثرهای تحریکی سالیسیلیک اسید بر رشد می تواند به دلایلی مانند افزایش میزان تقسیم در مناطق مریستمی و رشد سلولی و هورمون های گیاهی باشد که موجب افزایش رشد می گردد (Shakirova et al., 2007).

عملکرد دانه

عملکرد دانه یکی از مهم ترین صفات مورد ارزیابی در گیاهان دانه ای از جمله ذرت است. این صفت تحت تأثیر اجزای عملکرد قرار دارد. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین (۸۹۹۸ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۶۸۹۷ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه مربوط به تیمارهای غلظت ۱ میلی مولار و شاهد (بدون محلول پاشی) و در تیمار تعداد دفعات محلول پاشی بیشترین (۸۵۹۲ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۷۷۵۲ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه با دو بار محلول پاشی در مرحله ۸-۶ برگی و ده روز بعد از آن و یکبار محلول پاشی در مرحله ۸-۶ برگی به دست آمد (شکل های ۹ و ۱۰). گزارش شده است که ترکیبات فنلی از جمله

می گردد (Metwally et al., 2003). همچنین، نقی زاده و غلامی توران پستی (Naghizadeh and Gholami Turan Poshti, 2014) گزارش نمودند که کاربرد سالیسیلیک اسید در غلظت ۰/۵ میلی مولار باعث افزایش ۱۵ درصدی وزن هزار دانه گندم گردید.

تعداد ردیف دانه در بلال

مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین (۱۴/۵) و کمترین (۱۳/۲) تعداد ردیف دانه در بلال مربوط به تیمارهای غلظت ۱ و ۰/۷۵ میلی مولار و شاهد (بدون محلول پاشی) و در تیمار تعداد دفعات محلول پاشی بیشترین (۱۴/۳) و کمترین (۱۳/۲) تعداد ردیف دانه در بلال با دو بار محلول پاشی در مرحله ۸-۶ برگی و ده روز بعد از آن و یکبار محلول پاشی در مرحله ۸-۶ برگی به دست آمد (شکل های ۵ و ۶). در بررسی اثر غلظت های متفاوت سالیسیلیک اسید (صفر، ۱، ۲ و ۳ میلی مولار) بر ذرت بیان داشتند که با افزایش غلظت این تنظیم کننده زیستی، ویژگی های رویشی مانند سطح برگ، وزن تر و وزن خشک افزایش می یابد. این افزایش مشاهده شده در صفات رویشی به تحریک فرآیندهای فیزیولوژیکی تحت تأثیر تیمار با سالیسیلیک اسید مربوط می باشد که به دنبال آن انتقال فعال محصولات فتوسنتزی از منبع به مقصد صورت می گیرد و در هر یک از تیمارها که این نقل و انتقال بهتر و بیشتر شود اجزای عملکرد افزایش بیشتری نشان داده است. همچنین، در این آزمایش تعداد ردیف دانه در بلال اختلاف معنی دار نداشت اما مقایسه میانگین تیمارها بیشترین و کمترین تعداد ردیف دانه در بلال را به تیمارهای غلظت ۳ میلی مولار و شاهد (بدون محلول پاشی) گزارش نمودند (Abd El-Wahed et al., 2006).

رشد و افزایش فتوسنتز می‌شود و در نتیجه روی عملکرد و اجزای عملکرد تأثیر می‌گذارد (Shkirova and Bezrukova, 1997). همچنین، اثر محلول پاشی سالیسیلیک اسید روی گیاه آفتابگردان باعث افزایش فتوسنتز و ایجاد دانه‌های بهتر و قوی‌تر در پایان فصل رشد شد (Noreen and Ashraf, 2008). پس محلول پاشی سالیسیلیک اسید در انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها نسبت به شاهد (عدم محلول پاشی) موفق‌تر عمل کرده است.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک برای نشان دادن تجمع ماده خشک در سیستم گیاهی به کار می‌رود. عملکرد یک گیاه را می‌توان از طریق افزایش کل ماده خشک تولید شده در مزرعه بالا برد (Sarmadnia and Koocheki, 1990). بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌های آماری، صفت عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر مقادیر مختلف غلظت سالیسیلیک اسید قرار گرفته اما تعداد دفعات محلول پاشی و برهم کنش آنها اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان می‌دهد که بیشترین (۱۸۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۱۵۴۱۰ کیلوگرم در هکتار) عملکرد بیولوژیک به ترتیب مربوط به تیمارهای غلظت ۰/۷۵ میلی‌مولار و شاهد (بدون محلول پاشی) و در تیمار تعداد دفعات محلول پاشی بیشترین (۱۷۵۱۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۱۶۹۵۰ کیلوگرم در هکتار) عملکرد بیولوژیک با دو بار محلول پاشی در مرحله ۶-۸ برگی و ده روز بعد از آن و یک بار محلول پاشی در مرحله ۶-۸ برگی به دست آمد (شکل‌های ۱۱ و ۱۲). دانشمند و همکاران (Daneshmand et al., 2013) گزارش نمودند که سالیسیلیک اسید در غلظت ۰/۱ میلی‌مولار موجب افزایش وزن تر و خشک علوفه به ترتیب ۲۵ و ۳۰ درصد گردید و این نشان‌دهنده توانایی سالیسیلیک

سالیسیلیک اسید مانع از اکسیداسیون اکسین می‌گردد و به این طریق نیز می‌توانند بر رشد تأثیر بگذارند لذا مصرف سالیسیلیک اسید باعث افزایش مقاومت کلزا به تنش‌های محیطی می‌گردد (Fariduddin et al., 2003). همچنین، نقی‌زاده و غلامی توران پشته (Naghizadeh and Gholami Turan Poshti, 2014) گزارش نمودند که کاربرد سالیسیلیک اسید به صورت محلول پاشی باعث تحریک و بهبود رشد و دلیل این بهبود رشد و عملکرد را به تأثیر سالیسیلیک اسید در انتقال مواد فتوسنتزی به سمت مخزن، میزان فتوسنتز خالص و کربوکسیلاسیون و افزایش در فعالیت آنزیم‌های نیترات رداکتاز و کربنیک آنهیدراز ارتباط داشته و گزارش کردند که سالیسیلیک اسید به طور معنی‌داری افزایش عملکرد دانه گندم (۱۴ درصد) و اجزای عملکرد (تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه) و عملکرد بیولوژیک (۵ درصد) را به همراه داشت و این تأثیر در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید محسوس‌تر بود. بنابراین با مصرف سالیسیلیک اسید و توانایی این ماده در ایجاد حالت دفاعی در گیاه هنگام مواجهه با تنش‌های محیطی و در نتیجه تقسیم سلولی و رشد سلولی به صورت مطلوب‌تری نسبت به حالت عدم مصرف سالیسیلیک اسید صورت می‌گیرد. از نتایج به دست آمده در این آزمایش می‌توان بیان نمود که غلظت‌های متفاوت سالیسیلیک اسید می‌تواند فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه را به گونه‌ای تغییر دهد که بتواند گیاه را در جهت تحمل به تنش‌های محیطی یاری دهد و باعث افزایش در عملکرد دانه گردد و این افزایش با دو بار محلول پاشی در مرحله ۶-۸ برگی و ده روز بعد از آن به دست آمد (شکل‌های ۹ و ۱۰). گزارش شده است که سالیسیلیک اسید باعث افزایش بعضی از هورمون‌های گیاهی شامل اکسین و سیتوکینین شده و از این طریق باعث بهبود

همچون شاخص سطح برگ و عملکرد بیولوژیک در گیاه شد و این تاثیر باعث افزایش تولید کربوهیدرات و در نهایت باعث بیشتر شدن عملکرد اقتصادی، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در بلال و وزن هزار دانه گردید و همچنین بیشترین عملکرد دانه با دو بار محلول پاشی سالیسیلیک اسید در مرحله ۸-۶ برگی و ده روز بعد از آن شده است. بیشترین میزان ویژگی‌های مورد بررسی مربوط به تیمارهای غلظت ۱ و ۰/۷۵ میلی‌مولار و کمترین آنها مربوط به تیمار شاهد (بدون محلول پاشی) بود. یافته‌های پژوهش حاضر مشخص کرد که کاربرد سالیسیلیک اسید در ذرت در شرایط خوزستان تاثیر مثبتی نسبت به گیاهان شاهد نشان داد.

اسید جهت بهبود رشد می‌باشد. همچنین، بیات و سپهری (Bayat and Sepehri, 2012) بیان نمودند که محلول پاشی سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد در ذرت باعث افزایش فتوسنتز و با بهبودی شاخص سطح برگ و میزان رشد گیاه، عملکرد بیولوژیک بیشتری حاصل شد. لذا سالیسیلیک اسید در این آزمایش موجب افزایش شاخص سطح برگ، جذب بیشتر نور خورشید و در نتیجه افزایش عملکرد بیولوژیک گردیده است.

نتیجه‌گیری کلی

از نتایج حاصل از این بررسی نتیجه‌گیری شد که مصرف غلظت‌های نزدیک به یک میلی‌مولار سالیسیلیک اسید باعث افزایش برخی صفات مطلوب

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس غلظت و تعداد دفعات محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه

Table 1- Analysis of variance for concentration and foliar application times on yield and yield components

منابع تغییرات s.o.v	درجه آزادی df	وزن هزار دانه Grain thousand weight	تعداد ردیف در بلال number grain row per ear	تعداد دانه در ردیف number grain per row	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication	2	380.956 ns	1.398 ns	9.438 ns	1858507.5 *
غلظت‌ها concentrations	4	1575.856 **	3.043 **	89.321 **	324955.6 **
تعداد محلول پاشی foliar times	2	1155.756 *	4.311 **	41.955 *	2987763.5 **
غلظت × تعداد محلول پاشی Concentration × foliar times	8	120.256 ns	0.130 ns	1.865 ns	121658.3 ns
خطای آزمایش Error	28	281.551	0.556	8.264	418993.6
ضریب تغییرات (%) CV		5.86	5.36	7.33	7.84

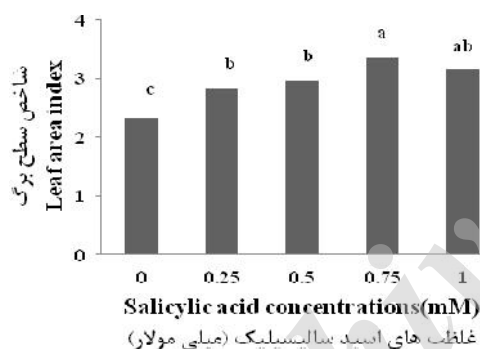
ns * ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

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

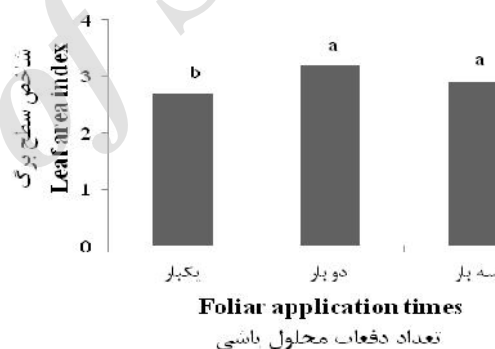
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس غلظت و تعداد دفعات محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر عملکرد بیولوژیک و شاخص سطح برگ
Table 2- Analysis of variance for concentration and foliar application times on biologic yield and leaf area index

منابع تغییرات s.o.v	درجه آزادی df	عملکرد بیولوژیک biologic yield	شاخص سطح برگ LAI
تکرار Replication	2	485468.9 ns	0.174 *
غلظت‌ها concentrations	4	12165689.5 *	0.832 **
تعداد محلول پاشی foliar times	2	1216415.1 ns	0.218 **
غلظت × تعداد محلول پاشی Concentration × foliar times	8	121384.3 ns	0.038 ns
خطای آزمایش Error	28	3866146.9	0.033
ضریب تغییرات (%) CV		11.42	6.44

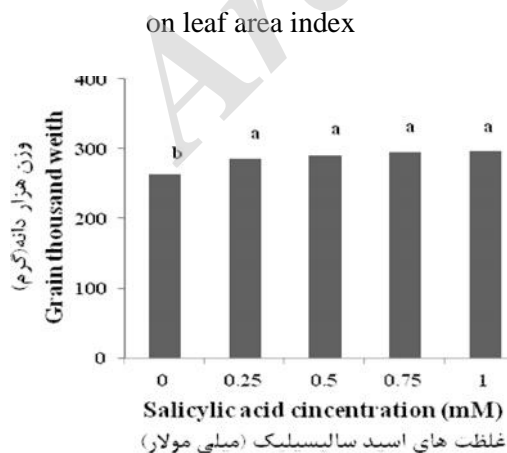
ns, *, **: non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively
 ns * ** به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد



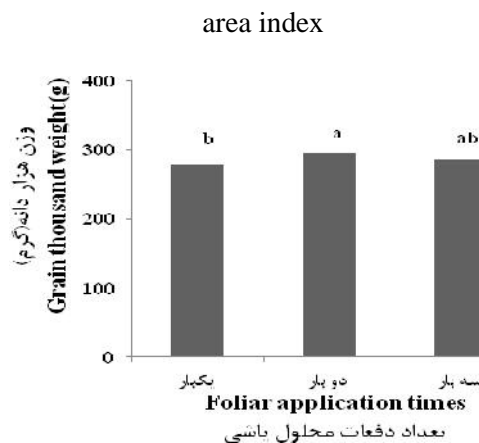
شکل ۱- اثر غلظت‌های سالیسیلیک اسید بر شاخص سطح برگ
Figure 1- Effect of salicylic acid concentrations



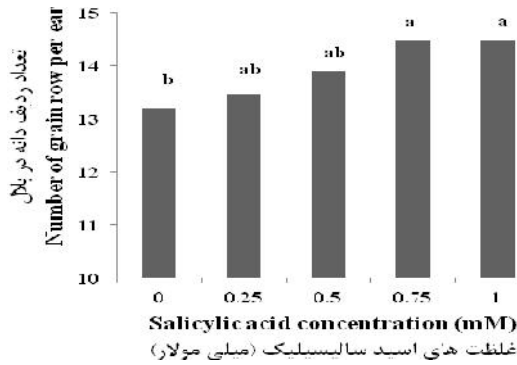
شکل ۲- اثر تعداد دفعات محلول پاشی بر شاخص سطح برگ
Figure 2- Effect of foliar application times on leaf area index



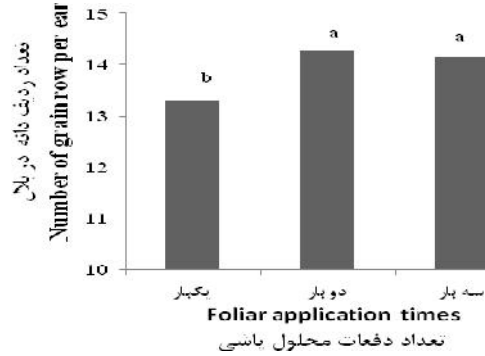
شکل ۳- اثر غلظت‌های سالیسیلیک اسید بر وزن هزار دانه
Figure 3- Effect of salicylic acid concentrations on grain thousand weight



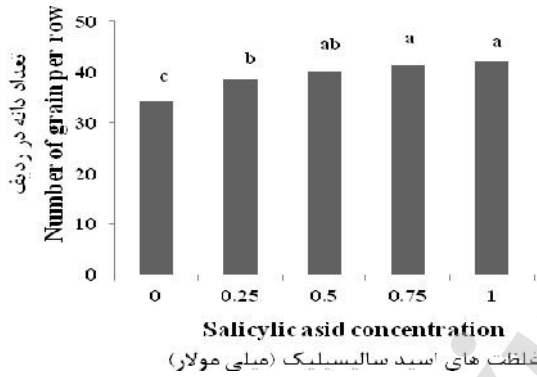
شکل ۴- اثر تعداد دفعات محلول پاشی بر وزن هزار دانه
Figure 4- Effect of foliar application times on grain thousand weight



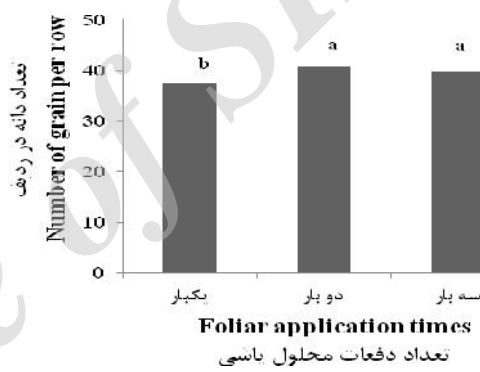
شکل ۵- اثر غلظت‌های سالیسیلیک اسید بر تعداد ردیف دانه در بلال
Figure 5- Effect of salicylic acid concentrations on number of grain row per ear



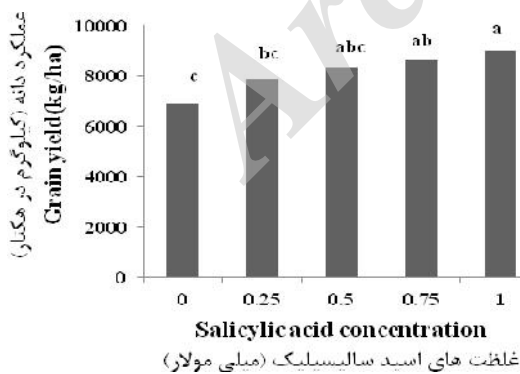
شکل ۶- اثر تعداد دفعات محلول پاشی بر تعداد ردیف دانه در بلال
Figure 6- Effect of foliar application times on number of grain row per ear



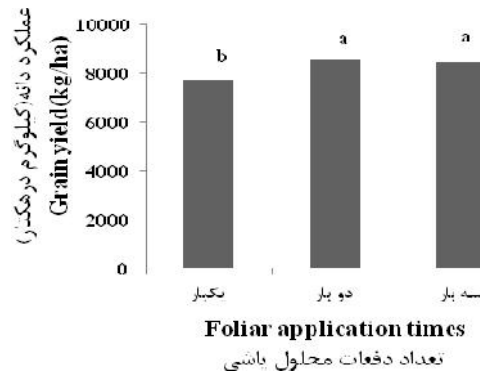
شکل ۷- اثر غلظت‌های سالیسیلیک اسید بر تعداد دانه در ردیف
Figure 7- Effect of salicylic acid concentrations on number of grain per row



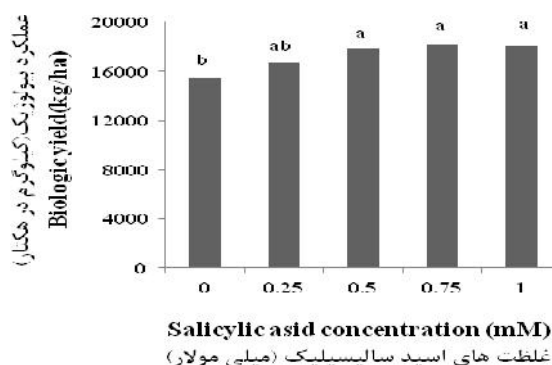
شکل ۸- اثر تعداد دفعات محلول پاشی بر تعداد دانه در ردیف
Figure 8- Effect of foliar application times on number of grain per row



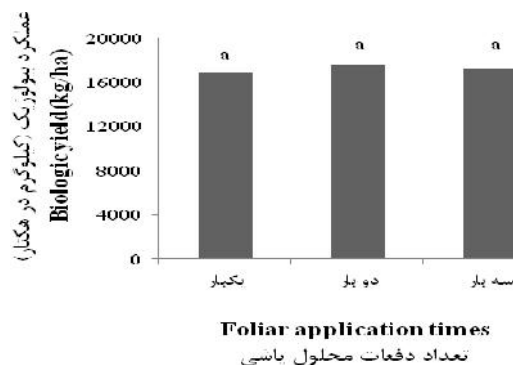
شکل ۹- اثر غلظت‌های سالیسیلیک اسید بر عملکرد دانه
Figure 9- Effect of salicylic acid concentrations on grain yield



شکل ۱۰- اثر تعداد دفعات محلول پاشی بر عملکرد دانه
Figure 10- Effect of foliar application times on grain yield



شکل ۱۱- اثر غلظت‌های سالیسیلیک اسید بر عملکرد بیولوژیک
Figure 11- Effect of salicylic acid concentrations on biologic yield



شکل ۱۲- اثر تعداد دفعات محلول پاشی بر عملکرد بیولوژیک
Figure 12- Effect of foliar application times on biologic yield

References

منابع مورد استفاده

- Abd El-Wahed, M.S.A., A.A. Amin, and El-Sh.M. Rashed. 2006. Physiological effect of some bioregulators on vegetative growth, yield and chemical constituents of yellow maize plants. *World Journal Agricultural Sciences*. 2(2): 149-155.
- Al-Whaibi, M.H., M.H. Siddiqui, and M.O. Basalah. 2011. Salicylic acid and calcium-induced protection of wheat against salinity. *Protoplasma*. 249: 769-778
- Bayat, S., and A. Sepehri. 2012. Paclobutrazol and salicylic acid application ameliorates the negative effect of water stress on growth and yield of maize plant. *Journal of Research in Agricultural Science*. 8-2: 127-139.
- Daneshmand, F., M.J. Arvin, B. Keramat, and N. Momeni. 2013. Interactive effect of salt stress and salicylic acid on germination and plant growth parameters of maize (*Zea mays* L.) under field conditions. *Journal of Plant Process Function*. 1(1): 56-70 (In Persian).
- Ebrahimi, M., and B. Jafari Haghghi. 2012. The effect of salicylic acid application on yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) in drought stress condition. *Journal of Plant Ecophysiology*. 4(1): 1-13. (In Persian).
- El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation*. 42: 215-224.
- Fariduddin, Q., S. Hayat, and A. Ahmad. 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity, and seed yield in *Brassica juncea*. *Photosynthetica*. 41(2): 281-284.
- Gautam, S.H., and K. Sing. 2009. Salicylic acid –induced salinity tolerance in corn grown under NaCl stress. *Acta Physiology Plantarum*. 31:1185-1190.
- Gunes, A., A. Inal, M. Alpaslan, F. Eraslan, and E.G. Bagci. 2007. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral

nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. *Journal of Plant Physiology*. 16: 728-736.

- Mehrabian moghadam, N., M.J. Arvin, G.H. Khajujinejad, and K. Maghsudy. 2011. Effect of Salicylic acid on growth and forage and grain yield of maize under drought stress in field conditions. *Journal of Seed and Plant Production*. 27(2): 41-55. (In Persian).
- Metwally, A., I. Finkemeier, M. Georgi, and K.J. Dietz. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in barley seedlings. *Plant Physiology*. 132: 272-281.
- Naghizadeh, M., and M. Gholami Turan Poshti. 2014. Effect of seed priming with salicylic acid on yield and yield components of wheat under drought stress. *Journal of Agroecology*. 6: 162-170. (In Persian).
- Nemeth, M., T. Janda, E. Horvath, E. Paldi, and G. Szalai. 2002. Exogenous salicylic acid increases polyamine content but may decrease drought tolerance in maize. *Plant Science*. 162: 569-574.
- Noreen, S., and M. Ashraf. 2008. Alleviation of adverse effects of salt stress on sunflower (*Helianthus annuus* L.) by exogenous application of salicylic acid: growth and photosynthesis. *Pakistan Journal of Botany*. 40 (4): 1657-1663.
- Nour mohammadi, G., A. Siadat, and A. Kashani. 2001. Agronomy: cereal crops. University of Shahid Chamran Publication. 446 pp. (In Persian).
- Sarmadnia, Gh., and A. Koocheki. 1990. Crop physiologi. University of Mashhad Press. 467pp. (In Persian).
- Shakirova, F.M., S. Hayat, and A. Ahmad. 2007. Role of hormonal system in the manifestation of growth promoting and antistress action of salicylic acid. *Salicylic Acid: A Plant Hormone*. Springer. pp 69-89.
- Shakirova, F.M., and M.V. Bezrukova. 1997. Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. *Biology Bullentin*. 24: 109-112.
- Singh, B., and K. Usha. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. *Plant Growth Regulation*. 39: 137-141.
- Wang, L.J., and S.H. Li. 2006. Salicylic acid induced heat or cold tolerance in relation to Ca^{2+} homeostasis and antioxidant systems in young grape plants. *Plant Science*. 170: 695-694.
- Yazdani, M., M.A, Bahmanyar, H. Pirdashti, and M.A. Esmaili. 2009. Effect of phosphate solubilization microorganisms and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of corn. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 3: 2-12.
- Zhou, X.M., A.F. Mackeuzie, C.A. Madramootoo, and D.L.J. Smith. 1999. Effect of some injected plant growth regulators, with or without sucrose, on grain production, biomass and photosynthetic activity of field-grown corn plants. *Journal Agronomy and Crop Science*. 183: 103-110.

Evaluation of Yield and Yield Components of Maize by Foliar Application of Salicylic Acid

Mahmood Tohidi^{1*}, and Rahim Falahi²

Received: December 2015, Revised: 5 March 2016, Accepted: 13 September 2016

Abstract

To study the effect of salicylic acid concentrations and foliar application times on yield and yield components of maize in the northern Khuzestan, a field experiment in 2014-2015, as factorial in the form of randomized complete block design with three replications was conducted. Experimental factors were salicylic acid concentration in five levels, 0, 0.25, 0.5, 0.75 1 Mm and foliar application times with three levels: once at 6-8 leaf stage, twice at 6-8 leaf stage and ten days after that, thrice at 6-8 leaf stage and twenty days after that. Results showed that the leaf area index, grain yield and yield components, like grain thousand weight, number of kernel rows per ear and number of kernels per row, were affected significantly by different salicylic acid concentrations and foliar application times, but the effect of salicylic acid concentration \times foliar application time interactions were not significant. Biologic yield was affected by different concentration of salicylic acid. The highest biologic yield of 18150 kg/ha related to 0.75 Mm salicylic acid concentration and lowest to control (no foliar application) with 15140 kg.ha⁻¹, but the effect of foliar application times and their interactions were not significant. Foliar application of salicylic acid increased grain yield. The highest grain yield of 8998 kg.ha⁻¹ related to 1 Mm concentration treatment and lowest (6897 kg.ha⁻¹) to control (no foliar application). Highest grain yield (8592 kg.ha⁻¹) belonged to two time foliar applications, at 6-8 leaf stage and ten days after that. The conclusion is that the application of salicylic acid could be beneficial in increasing grain yield of maize.

Key words: Foliar, Maize, Salicylic Acid, Yield.

1- Assistant Prof. Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran.

2- Faculty of Agriculture, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran.

* Corresponding Author: mahmoodtohidi@yahoo.com