واکنش تبادلات گازی برگ و عملکرد دانه ذرت S.C 704 به محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در شرایط تنش کمبود آب

حسن نوریانی*

استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه پیام نور، ایران.

*نویسنده مسئول: hnouriyani@pnu.ac.ir

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۳ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۸**

چکیده

به‌منظور بررسی واکنش تبادلات گازی برگ و عملکرد دانه ذرت S.C 704 به محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در شرایط تنش کمبود آب، آزمایشی به‌صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار طی تابستان سال ۱۳۹۲ در منطقه دزفول اجرا گردید. تیمارها شامل تنش کمبود آب (آبیاری پس از ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) در کرت‌های اصلی و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی‌مولار در مرحله ۸-۶ برگی گیاه) در کرت‌های فرعی بود. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در تیمارهای تنش کمبود آب باعث افزایش هدایت روزنه‌ای (۵۳ درصد)، شدت تعرق (۱۹ درصد)، محتوای نسبی آب برگ (۲۶ درصد)، سرعت فتوسنتز (۲۴ درصد)، عملکرد دانه (۳۵ درصد) و عملکرد بیولوژیک (۲۷ درصد) و کاهش غلظت دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای (۱۴ درصد) گردید. به‌طور کلی، مصرف اسید سالیسیلیک در هر دو شرایط مطلوب و تنش آبی باعث بهبود صفات فیزیولوژیکی و عملکرد گردید. در این میان محلول‌پاشی ۰/۷۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در شرایط آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A با جذب آب بیشتر به همراه هدایت روزنه‌ای و سرعت فتوسنتزی بالاتر، محتوای نسبی آب برگ بیشتری داشت و از این طریق در بین سایر تیمارها بیشترین عملکرد دانه (۷۸۱۵ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیک (۱۷۸۶۷ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد که در مقایسه با شاهد به ترتیب ۲۴/۵ و ۲۱/۲ درصد برتری نشان داد.

واژه‌های کلیدی: تعرق، تنش آبی، عملکرد دانه، فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.9.6]

مقدمه

کمبود آب از موثرترین علل کاهش بهره‌وری محصولات کشاورزی در سراسر جهان است و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده در مقیاس جهانی مورد پذیرش قرار گرفته است (Kamanga *et al*., 2018). کمبود آب در گیاه باعث بسته شدن روزنه، کاهش غلظت دی‌اکسیدکربن در سلول‌های مزوفیل برگ و در نتیجه تجمع NADPH در کلروپلاست می‌گردد. در چنین شرایطی مقدار $NADP^+$ برای انجام واکنش‌های نوری فتوسنتز کاهش می‌یابد و به دنبال آن اکسیژن به‌عنوان پذیرنده الکترون عمل کرده و منجربه تولید رادیکال سوپراکسید و سایر گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود (اسکندری و کاظمی، ۱۳۹۶). گونه‌های فعال اکسیژن بسیار سمی بوده و به مولکول‌های زیستی از جمله پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، لیپیدها، رنگیزه‌های فتوسنتزی و غشاء آسیب وارد کرده و حتی می‌توانند منجر به مرگ سلول گردند (Moller *et al*., 2007). ذرت[1] در بین غلات، بیشترین تنوع مصرف را دارد، زیرا افزون بر منبع غذایی انسان، علوفه برای دام، در صنایع تخمیر و تهیه فرآورده‌های صنعتی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. ذرت نیز همانند سایر گیاهان زراعی تحت تأثیر انواع تنش‌های محیطی قرار می‌گیرد (امام، ۱۳۹۰). تنش آبی در گیاهان ارتباط سلول و آب را مختل کرده و به‌تبع آن فرایندهای فیزیولوژیکی و در نهایت عملکرد گیاه به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد. فتوسنتز، تعرق و هدایت روزنه‌ای از مهم‌ترین فرآیندهای تاثیرپذیر از تنش آبی هستند (Anjum *et al*., 2011). محتوای نسبی آب برگ می‌تواند توانایی گیاه را برای در امان بودن از شدت تنش تحت تأثیر قرار دهد و در نتیجه بر عملکرد و پایداری آن موثر باشد (Kuromori *et al*., 2018). کاربرد مواد تنظیم‌کننده رشد می‌تواند به‌عنوان یک سازوکار مدیریت زراعی جهت کاهش خسارت ناشی از کمبود آب و بهبود فعالیت‌های متابولیکی گیاهان مورد توجه قرار گیرد. از جمله این ترکیبات اسید سالیسیلیک است که یکی از مولکول‌های سیگنال دهنده مهم است و باعث واکنش گیاه به تنش‌های محیطی می‌شود. اسید سالیسیلیک (ارتو هیدروکسی بنزوئیک اسید) ازجمله ترکیبات فنلی است که در تعداد زیادی از گیاهان وجود دارد. این ترکیب فرآیندهای فیزیولوژیکی در گیاهان را تنظیم و عوارض جانبی تنش را کاهش داده و می‌تواند اثر نامطلوب تنش را بهبود بخشد (Yavas and Unay, 2016). اسید سالیسیلیک در گیاهان تحت تنش‌های محیطی نقش حفاظتی داشته و تحمل گیاه نسبت به کمبود آب را بهبود می‌بخشد. عمل حفاظتی آن در برابر تنش خشکی با افزایش پاسخ‌های ضد اکسیدانی و افزایش فتوسنتز همراه بوده و به افزایش کارایی مصرف آب منجر می‌شود (Shakirova *et al*., 2003). فرخی و همکاران (۱۳۹۸) گزارش نمودند که تنش آبی باعث کاهش عملکرد، شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد و رنگیزه‌های فتوسنتزی ذرت گردید. نتایج دیگر تحقیقات حاکی از آن است کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط تنش آبی بر خصوصیات فیزیولوژیکی،

1- *Zea mays* L.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.9.6]

میزان تبادلات گازی برگ، عملکرد و اجزای عملکرد تأثیرگذار بوده است (نقی‌زاده و کبیری، ۱۳۹۵؛ موحدی دهنوی و همکاران، ۱۳۹۶؛ طریق الاسلامی و همکاران، ۱۳۹۶؛ فرجام و همکاران، ۱۳۹۷؛ دهقان‌زاده جزی و اداوی، ۱۳۹۷؛ جلالوند و همکاران، ۱۳۹۸؛ یوسفی‌راد و شریفی، ۱۳۹۸؛ بیاره و همکاران، ۱۳۹۹؛ میر و همکاران، ۱۳۹۹؛ Fahad and Bano, 2012). از آنجاکه تنش کم‌آبی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده در تولید گیاهان زراعی محسوب می‌شود، بنابراین تحقیق روی سازوکار تحمل گیاهان زراعی به کم‌آبی حائز اهمیت است. لذا این پژوهش به‌منظور بررسی واکنش تبادلات گازی برگ و عملکرد دانه ذرت S.C 704 به محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در شرایط کمبود آب طراحی گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت مزرعه‌ای طی تابستان سال ۱۳۹۲ در منطقه دزفول (طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی) و با ارتفاع ۱۴۳ متر از سطح دریا به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل تنش آبی (آبیاری پس از ۶۰، ۹۰، ۱۲۰ و ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) در کرت‌های اصلی و کاربرد اسید سالیسیلیک (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵ میلی‌مولار در مرحله ۸-۶ برگی گیاه) در کرت‌های فرعی بود. عملیات تهیه زمین توسط گاوآهن برگردان‌دار و دو دیسک عمود برهم و ماله‌کشی (تسطیح زمین) صورت گرفت. بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) و توصیه‌های کودی، کودهای شیمیایی نیتروژن، پتاس و فسفر مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۱: برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	واکنش گل اشباع	مواد آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم)	عمق خاک (سانتی‌متر)	بافت خاک
۱/۸	۷/۵	۰/۹۰	۰/۰۵۹	۱۰/۱	۱۸۸	۰-۳۰	سیلتی لوم

در این تحقیق کاشت بذور ذرت در اوایل مرداد ماه به‌صورت دستی روی خطوط ۷۵ سانتی‌متری به فاصله ۱۸ سانتی-متر (تراکم ۷۵۰۰۰ بوته در هکتار)، تعداد خطوط کشت هفت خط و طول هرکدام پنج متر بود. فاصله هر کرت فرعی از کرت فرعی دیگر به‌صورت دو خط نکاشت و فاصله میان هر دو کرت اصلی سه خط نکاشت و فاصله بین دو بلوک سه متر در نظر گرفته شد. آبیاری مزرعه به‌صورت جوی و پشته و اعمال تیمارهای تنش آبی از مرحله ۵-۴ برگی گیاه شروع و تا انتهای دوره رشد ادامه یافت. در طول آزمایش مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت وجین دستی صورت گرفت. اندازه‌گیری صفات سرعت فتوسنتز در واحد سطح برگ ($\mu mol\ CO_2 .\ m^{-2}\ s^{-1}$)، غلظت دی‌اکسیدکربن اتاقک زیر روزنه‌ای ($\mu mol .\ mol^{-1}$)، سرعت تعرق ($mmol\ H_2O .\ m^{-2}\ s^{-1}$) و هدایت روزنه‌ای ($mol\ CO_2 .\ m^{-2}\ s^{-1}$) با استفاده از دستگاه آنالیزور گازی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-03]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.9.6]

مادون قرمز IRGA مدل LCA-4 در ۵۰ درصد مرحله گل‌دهی (کد ۶۹ بر اساس مقیاس BBCH) و قبل از آبیاری، از ساعت ۱۱-۹ صبح در شدت تشعشع فعال فتوسنتزی ۱۸۰۰-۱۵۰۰ میکرو مول بر مترمربع بر ثانیه انجام شد. برای این منظور از هر واحد آزمایشی یک گیاه به‌طور تصادفی انتخاب شد و از برگ بلال کامل و توسعه یافته آن نمونه‌برداری به‌عمل آمد. سپس با قرار دادن نمونه برگ هر واحد آزمایشی به مدت یک دقیقه درون محفظه شیشه‌ای مخصوص دستگاه، اعداد دستگاه قرائت و مقدار آن برای هر صفت ثبت گردید (Liu *et al*., 2011). برای اندازه‌گیری میزان محتوای نسبی آب برگ (RWC)، پس از برآورد میزان تبادلات گازی، قطعات دو سانتی‌متری از قسمت میانی نمونه برگ‌های بلال تهیه و وزن‌تر آن‌ها با استفاده از ترازوی دقیق ۰/۰۰۰۱ گرم مشخص گردید. سپس جهت تعیین وزن اشباع، نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق و نور کم در آب مقطر غوطه‌ور شدند. پس از آن، نمونه‌ها به‌سرعت و با دقت با دستمال‌کاغذی خشک و وزن اشباع آن‌ها اندازه‌گیری شد. در نهایت برای تعیین وزن خشک، نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۲۴ قرار داده شد و پس از توزین، محتوای نسبی آب برگ از طریق رابطه ۱ محاسبه گردید که در این رابطه FW، DW و SW به ترتیب برابر وزن‌تر، وزن خشک و وزن اشباع است (Ritchie *et al*., 1990):

رابطه ۱: $$RWC = [(FW - DW) / (SW - DW)] \times 100$$

برداشت نهایی گیاه ذرت در مرحله رسیدگی دانه‌ها (تشکیل لایه سیاه در قاعده دانه‌ها) به‌صورت دستی انجام گرفت. سطح برداشت نهایی معادل دو مترمربع بود که پس از رعایت حاشیه، از دو خط میانی کاشت تعیین گردید. نمونه‌ها در داخل آون تهویه‌دار به مدت ۴۸ تا ۷۲ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک شد. وزن کل بوته‌ها (دانه و اندام‌های رویشی) جهت برآورد عملکرد بیولوژیک بر اساس وزن خشک آن‌ها (بر مبنای رطوبت ۱۴ درصد) ثبت گردید. هم‌چنین وزن دانه‌های جدا شده از بلال به‌عنوان عملکرد دانه هر کرت ثبت گردید. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۳ انجام و مقایسه میانگین‌های صفات بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. جهت رسم نمودارها، از برنامه نرم‌افزاری Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

هدایت روزنه‌ای

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای تنش آبی و اسید سالیسیلیک و هم‌چنین برهم‌کنش آن‌ها بر هدایت روزنه‌ای معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین برهم‌کنش تنش آبی و اسید سالیسیلیک مشخص نمود که بیشترین و کمترین هدایت روزنه‌ای به میزان ۴/۴۷ و ۰/۳۰ مول بر مترمربع بر ثانیه به ترتیب مربوط به کاربرد ۰/۷۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر (تیمار بدون تنش) و تیمار عدم کاربرد اسید

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.9.6]

سالیسیلیک در شرایط آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A بود (جدول ۳). در شرایط تنش کم‌آبی، کاهش پتانسیل آب برگ باعث بسته شدن روزنه‌ها و در نتیجه کاهش هدایت روزنه‌ای را در پی دارد (Liu *et al*., 2011). کاهش هدایت روزنه‌ای می‌تواند به‌دلیل بسته شدن روزنه‌ها و تنظیم هدر رفت آب از طریق بسته شدن روزنه‌ها ممکن است به‌عنوان یک مکانیسم مقاومت به خشکی عمل کند (Siddique *et al*., 2016). به‌نظر می‌رسد اسید سالیسیلیک با تاثیر بر سیستم روزنه‌ای و ایجاد تعادل بین باز و بسته بودن روزنه‌ها، باعث افزایش هدایت روزنه‌ای گردید که سایر مطالعات نیز نتایج این تحقیق را تایید می‌کنند (نقی‌زاده و کبیری، ۱۳۹۵؛ جلالوند و همکاران، ۱۳۹۸).

تعرق

اثر تیمار تنش آبی و برهم‌کنش تنش آبی و اسید سالیسیلیک بر میزان تعرق معنی‌دار بود، اما اثر تیمار اسید سالیسیلیک بر صفت مذکور معنی‌دار نبود (جدول ۲). در تمامی تیمارهای تنش آبی با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک تعرق افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین میزان تعرق (۹/۷۹ میلی‌مول H_2O بر مترمربع بر ثانیه) در تیمار محلول‌پاشی ۰/۷۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک در شرایط بدون تنش و کمترین میزان آن (۰/۹۷ میلی‌مول H_2O بر مترمربع بر ثانیه) در تیمار شاهد و آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A بود. هم‌چنین با افزایش دور آبیاری میزان تعرق کاهش یافت (جدول ۳). کاهش میزان تعرق در تیمارهای تحت تنش آبی به‌علت بسته شدن روزنه‌ها و کاهش هدایت روزنه‌ای است که علاوه بر تولید ABA در ریشه و ارسال آن به برگ‌ها، در اثر کاهش پتانسیل آماسی در برگ نیز تولید می‌شود و به احتمال زیاد از طریق ABA به وجود آمده در برگ‌ها عمل می‌کند (Yamori *et al*., 2013). در مقابل اسید سالیسیلیک از طریق کاهش مقاومت روزنه‌ای، باعث افزایش میزان تعرق گردید. در واقع هدایت روزنه‌ای بالاتر با تعرق بیشتر ارتباط تنگاتنگی دارد، زیرا گیاه برای جذب دی‌اکسیدکربن باید روزنه‌های خود را باز نگه دارد که این امر موجب هدایت روزنه‌ای بالاتر و جذب دی‌اکسیدکربن و تعرق بیشتر خواهد شد که این نتایج با یافته‌های جلالوند و همکاران (۱۳۹۸) مطابقت دارد.

غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای

اثر تیمارهای تنش آبی و اسید سالیسیلیک و برهم‌کنش آن‌ها بر غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای معنی‌دار گردید (جدول ۲). تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر (شاهد) به همراه تیمار بدون محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک (شاهد) و تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر با محلول‌پاشی ۰/۷۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به ترتیب با ۲۵۴ و ۱۱۰ میکرومول CO_2 بر مترمربع بر ثانیه بیشترین و کمترین میزان غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). در شرایط کم‌آبی، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش هدایت روزنه‌ای باعث کاهش جذب CO_2 و در نتیجه کاهش غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.9.6]

گردید. نقاش‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) نیز چنین نتایجی را گزارش کردند. محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک باعث کاهش غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای گردید. احتمالاً پایین بودن CO_2 اتاقک زیر روزنه‌ای در این تیمار نشان‌دهنده آسیمیلاسیون سریع‌تر و کارایی بالاتر دستگاه فتوسنتزی باشد. این نتایج با گزارش Yavas و Unay (۲۰۱۶) هم‌خوانی دارد.

محتوای نسبی آب برگ

محتوای نسبی آب برگ تحت تأثیر تیمارهای تنش آبی و اسید سالیسیلیک و هم‌چنین برهم‌کنش آن‌ها قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین برهم‌کنش تنش آبی و اسید سالیسیلیک نشان داد که بیشترین و کمترین محتوای نسبی آب برگ به میزان ۸۹ و ۳۱ درصد به ترتیب مربوط به کاربرد ۰/۷۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر (تیمار بدون تنش) و تیمار عدم کاربرد اسید سالیسیلیک (تیمار شاهد) در شرایط آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A بود (جدول ۳). کاهش محتوای نسبی آب برگ در شرایط تنش آبی، می‌تواند به علت کاهش میزان جذب آب از خاک توسط ریشه‌ها و یا به‌علت تبخیر بیشتر از روزنه‌ها باشد (Ma *et al*., 2017). در تمامی تیمارهای رطوبتی، محلول‌پاشی گیاه با اسید سالیسیلیک سبب بهبود شرایط آبی گیاه و افزایش محتوای نسبی آب برگ گردید (جدول ۳). استفاده از اسید سالیسیلیک در شرایط تنش کم‌آبی احتمالاً با توسعه بیشتر سیستم ریشه‌ای، جذب آب را افزایش داده و با افزایش محتوای نسبی آب برگ از صدمه به گیاه ممانعت به‌عمل آورده‌است، زیرا حفظ محتوای رطوبتی درونی یک گیاه نیاز به داشتن ریشه عمیق جهت جذب آب است (بیاره و همکاران، ۱۳۹۹). افزایش محتوای نسبی آب در اثر مصرف اسید سالیسیلیک با گزارش نقی‌زاده و کبیری (۱۳۹۵) و دهقان‌زاده جزی و اداوی (۱۳۹۷) مطابقت دارد. هم‌چنین گزارش شده است که افزایش محتوای آب بافت در شرایط تنش مربوط به دخالت اسید سالیسیلیک در تنظیم اسمزی و افزایش مقدار پرولین و قندها و افزایش همبستگی غشاء می‌باشد (Kong *et al*., 2014).

سرعت فتوسنتز

سرعت فتوسنتز به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای تنش آبی و اسید سالیسیلیک و هم‌چنین برهم‌کنش آن‌ها قرار گرفت (جدول ۲). در تمامی تیمارهای تنش آبی با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک سرعت فتوسنتز افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین میزان آن ۱۵/۶۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه در تیمار محلول‌پاشی ۰/۷۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در شرایط بدون تنش و کمترین میزان آن ۳/۸۰ میکرو مول بر مترمربع بر ثانیه در تیمار عدم محلول‌پاشی و آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A حاصل گردید (جدول ۳). Mafakheri و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که بسته شدن روزنه‌ها و کاهش غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای در شرایط تنش خشکی مهم‌ترین دلیل کاهش فتوسنتز است. به‌عبارت دیگر این کاهش می‌تواند ناشی از هدایت روزنه‌ای پایین، اختلال در فرآیندهای متابولیکی در جذب

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.9.6]

دی‌اکسیدکربن یا جلوگیری از ظرفیت فتوشیمیایی یا ترکیب این‌ها باشد (اسکندری و کاظمی، ۱۳۹۶). در مقابل می‌توان اظهار داشت با توجه به تأثیر مثبت اسید سالیسیلیک بر فیزیولوژی روزنه و افزایش هدایت روزنه‌ای و تعرق، محدودیت CO_2 برای فتوسنتز کاهش و افزایش سرعت فتوسنتز را به همراه داشت (Yang *et al.*, 2016). جلالوند و همکاران (۱۳۹۸) نیز افزایش تعرق، هدایت روزنه‌ای و در پی آن افزایش فتوسنتز را با مصرف اسید سالیسیلیک گزارش کردند.

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت S.C 704 تحت تأثیر محلول-پاشی اسید سالیسیلیک در شرایط کمبود آب

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)					
		هدایت روزنه‌ای	تعرق	غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای	فتوسنتز	محتوای نسبی آب برگ	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۳	۰/۰۱۷۲۲	۰/۰۸۴۶۰	۳۰/۶۹۸۳۱	۱۰/۵۴۳۴۱	۳۶/۰۰۱۶۲	۳۷۶۰۵۲۱/۲۶	۵۱۴۳۰۳۹/۷۱
تنش کمبود آب	۳	۷۰/۷۳۸۹۹**	۲۴۰/۹۰۱۴۷**	۳۵۷۹۱/۳۴۸۰۱**	۳۸۸/۹۸۸۹۵**	۶۲۰۷/۸۹۵۸۳**	۳۳۷۱۵۴۱۴/۸۲*	۱۹۵۰۰۸۷۱۵/۰۲**
خطای (a)	۹	۰/۰۰۳۳۶	۰/۰۳۵۶۳	۱۴/۳۹۱۰۱	۰/۱۰۴۶۵	۱/۸۵۹۵۶	۶۲۸۹۸/۶۳	۳۱۲۱۹۲/۶۵
اسید سالیسیلیک	۳	۰/۰۵۶۱۲*	۰/۰۸۸۵۱ ^{ns}	۹۳۴/۹۳۲۴۱*	۷/۱۸۲۳۲*	۱۷۹/۵۶۲۵۰*	۲۴۷۰۵۱۸/۵۵*	۲۸۹۸۷۴۵۲/۰۷*
سالیسیلیک × تنش	۹	۰/۰۱۰۹۳**	۰/۰۰۵۵۳*	۱۱/۰۲۹۵۳*	۰/۱۰۲۴۴**	۱۴/۶۵۲۵۰**	۱۲۱۵۸۴۹/۸۹**	۳۷۸۴۰۵۱/۴۵*
خطای (b)	۳۶	۰/۰۰۲۱۲	۰/۰۱۳۵۱	۷/۹۰۵۶۰	۰/۰۴۵۳۸	۱/۳۵۵۱۲	۳۸۸۳۰/۷۸	۱۳۷۱۹۷/۵۹
درصد ضریب تغییرات		۷/۳	۹/۲	۶/۳	۸/۱	۷/۰	۱۴/۳	۱۱/۹

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

جدول ۳: مقایسه میانگین‌های برهم‌کنش صفات فیزیولوژیک ذرت S.C 704 تحت تأثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در شرایط تنش کمبود آب

تنش کمبود آب	مقادیر اسید سالیسیلیک	هدایت روزنه‌ای (مول CO_2 بر مترمربع بر ثانیه)	تعرق (میلی مول H_2O بر مترمربع بر ثانیه)	غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای (میکرو مول CO_2 بر مترمربع بر ثانیه)	محتوای نسبی آب (درصد)	فتوسنتز (میکرو مول بر مترمربع بر ثانیه)
آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر	صفر میلی‌مولار	۴/۳۰ b	۹/۵۰ b	۲۵۴ a	۸۵ ab	۱۵/۰۱ b
	۰/۲۵ میلی‌مولار	۴/۳۴ b	۹/۵۷ ab	۲۵۲ a	۸۶ a	۱۵/۳۰ a
	۰/۵ میلی‌مولار	۴/۴۰ ab	۹/۶۶ a	۲۴۹ a	۸۸ a	۱۵/۵۲ a
	۰/۷۵ میلی‌مولار	۴/۴۷ a	۹/۷۹ a	۲۴۷ a	۸۹ a	۱۵/۶۰ a
آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر	صفر میلی‌مولار	۲/۹۷ de	۶/۲۰ ef	۲۲۶ b	۷۵ c	۱۲/۰۰ e
	۰/۲۵ میلی‌مولار	۳/۱۶ d	۶/۲۸ e	۱۹۵ c	۷۷ c	۱۲/۹۷ d
	۰/۵ میلی‌مولار	۳/۲۳ c	۶/۴۷ d	۱۸۷ cd	۸۰ b	۱۳/۴۵ c
	۰/۷۵ میلی‌مولار	۳/۳۱ c	۶/۸۱ c	۱۸۱ d	۸۴ ab	۱۳/۹۰ c
آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر	صفر میلی‌مولار	۱/۶۰ h	۲/۵۲ j	۱۶۸ e	۵۱ f	۸/۰۲ i
	۰/۲۵ میلی‌مولار	۱/۹۱ g	۲/۶۹ i	۱۵۰ f	۵۶ e	۸/۷۰ h
	۰/۵ میلی‌مولار	۲/۰۰ g	۲/۹۰ h	۱۳۶ g	۶۵ d	۹/۳۰ g
	۰/۷۵ میلی‌مولار	۲/۱۵ f	۳/۲۵ g	۱۲۷ h	۷۱ cd	۹/۹۰ f
آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر	صفر میلی‌مولار	۰/۳۰ l	۰/۹۷ m	۱۳۵ g	۳۱ i	۳/۸۰ m
	۰/۲۵ میلی‌مولار	۰/۴۱ k	۱/۰۱ m	۱۲۴ h	۳۵ i	۴/۲۹ l
	۰/۵ میلی‌مولار	۰/۵۸ j	۱/۱۱ l	۱۱۵ i	۴۴ h	۴/۶۸ k
	۰/۷۵ میلی‌مولار	۰/۷۹ i	۱/۳۰ k	۱۱۰ j	۴۷ g	۵/۷۰ j

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-03]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1400.13.50.9.6]

عملکرد دانه

عملکرد دانه تحت تاثیر تنش آبی، اسید سالیسیلیک و برهم‌کنش آن‌ها قرار گرفت (جدول ۲). با افزایش مصرف اسید سالیسیلیک، عملکرد دانه افزایش معنی‌داری یافت، به‌طوری‌که مقایسه میانگین برهم‌کنش تنش آبی و اسید سالیسیلیک بر صفت مذکور نشان داد که تیمار کاربرد ۰/۷۵ میلی‌مولار در شرایط بدون تنش آبی با عملکرد ۷۸۱۵ کیلوگرم در هکتار نسبت به سایر تیمارها برتری داشت، هرچند با سایر غلظت‌های اسید سالیسیلیک معنی‌دار نبود (شکل ۱). کاربرد اسید سالیسیلیک از یک‌سو با تأثیر بر هدایت روزنه‌ای و افزایش آن و از سوی دیگر با بهبود محتوای نسبی آب و پتانسیل آب برگ، زمینه افزایش فتوسنتز در واحد سطح برگ و عملکرد را فراهم آورد. بهبود عملکرد دانه در تیمارهای مصرف اسید سالیسیلیک ناشی از افزایش تعداد دانه در ردیف بلال و وزن هزار دانه بود (داده‌ها نشان داده نشده است). مهرابیان مقدم و همکاران (۱۳۹۰) در آزمایشی بر روی گیاه ذرت، گزارش نمودند که کاربرد برگی اسید سالیسیلیک باعث افزایش معنی‌دار عملکرد نسبت به تیمار شاهد گردید به‌طوری‌که این تأثیر در زمان تنش خشکی بیشتر از زمان آبیاری بود. Horvath و همکاران (۲۰۰۷) و هم‌چنین DeGuang و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر مثبت اسید سالیسیلیک در بهبود عملکرد دانه را از طریق افزایش تعداد دانه در بلال گزارش نمودند. با افزایش شدت تنش آبی عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که کمترین عملکرد دانه به میزان ۱۷۱۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به‌دست آمد که در مقایسه با تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (تیمار شاهد) ۷۷/۱ درصد کمتر بود (شکل ۱). در این رابطه می‌توان گفت تنش آبی با کاهش محتوای نسبی آب برگ و عدم فتوسنتز کافی برای مواد پرورده مورد نیاز دانه موجب کاهش عملکرد دانه شد. خشکی سبب کاهش طول دوره رشد، اختلال در فتوسنتز و جریان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی، کاهش رشد گیاه و عملکرد دانه ذرت می‌گردد (Bijanzadeh *et al.*, 2019). رضایی‌زاد و همکاران (۱۳۹۷) نیز بیان داشتند که مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه (وزن صد دانه و تعداد دانه در ردیف بلال) بیشترین کاهش را در اثر تنش خشکی داشتند و در واقع کاهش تجمعی این صفات باعث کاهش عملکرد دانه گردید.

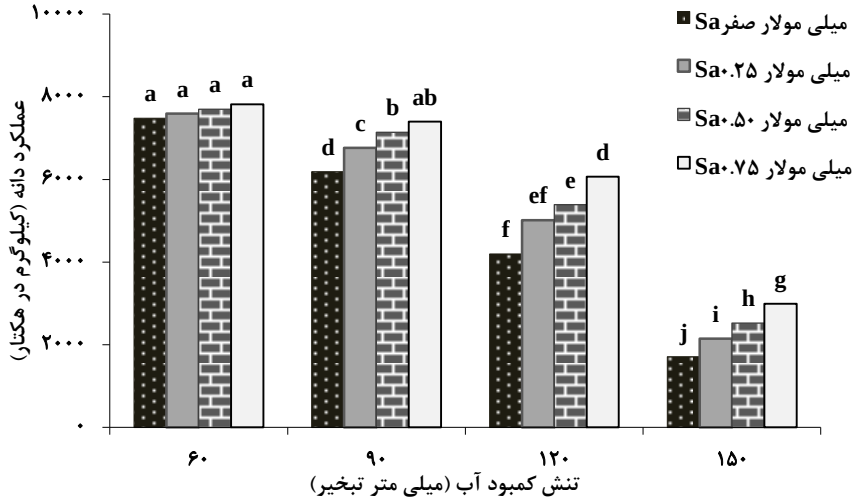
عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک نیز تحت تأثیر معنی‌دار تنش آبی، اسید سالیسیلیک و برهم‌کنش آن‌ها قرار گرفت (جدول ۲). تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر (بدون تنش) به همراه تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک ۰/۷۵ میلی‌مولار بیشترین (۱۷۸۶۷ کیلوگرم در هکتار) و تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر بدون محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک کمترین (۵۶۸۲ کیلوگرم در هکتار) میزان عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند (شکل ۲). با افزایش شدت تنش آبی،

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-03]

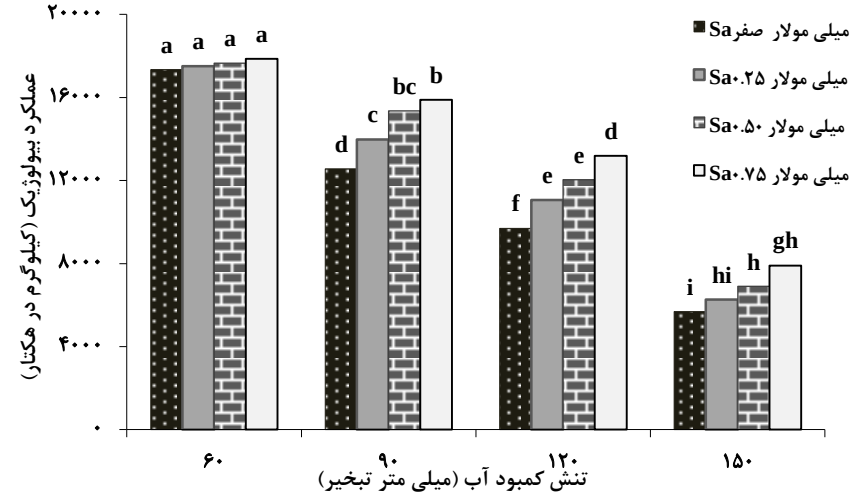
[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.9.6]

کاهش معنی‌داری در عملکرد بیولوژیک مشاهده گردید. کاهش رشد و عملکرد بیولوژیک گیاه در شرایط کمبود آب می‌تواند به‌علت کاهش جذب آب و مواد غذایی و هم‌چنین کاهش هدایت روزنه‌ای و در نهایت فتوسنتز باشد (Yang *et al.*, 2016). کاربرد اسید سالیسیلیک در تمام سطوح تنش آبی عملکرد بیولوژیک را افزایش داد. در این رابطه می‌توان اظهار داشت که مصرف اسید سالیسیلیک با افزایش هدایت روزنه‌ای و بهبود محتوای نسبی آب زمینه آسیمیلاسیون سریع‌تر کربن و کارایی بالاتر دستگاه فتوسنتزی را فراهم نموده و از این طریق باعث سرمایه‌گذاری بهتر مواد فتوسنتزی در بخش‌های مختلف گیاه شده و در نهایت افزایش عملکرد بیولوژیک را به همراه داشت. از سوی دیگر افزایش مشاهده شده در عملکرد بیولوژیک می‌تواند به‌دلیل تحریک خصوصیات فیزیولوژیکی تحت تأثیر تیمار با اسید سالیسیلیک مربوط باشد که به دنبال انتقال فعال محصولات فتوسنتزی از منبع به مخزن صورت می‌گیرد.



شکل ۱: اثر اسید سالیسیلیک بر عملکرد دانه در شرایط تنش کمبود آب

(حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است)



شکل ۲: اثر اسید سالیسیلیک بر عملکرد بیولوژیک در شرایط تنش کمبود آب

(حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-03]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1400.13.50.9.6]

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج نشان داد گرچه تنش آبی عملکرد ذرت را کاهش داد، لیکن تنظیم‌کننده رشد اسید سالیسیلیک توانست بخشی از این افت عملکرد را از طریق افزایش هدایت روزنه‌ای (۵۳ درصد)، شدت تعرق (۱۹ درصد)، محتوای نسبی آب برگ (۲۶ درصد)، سرعت فتوسنتز (۲۴ درصد) و کاهش غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای (۱۴ درصد) جبران نماید. در این میان محلول‌پاشی ۰/۷۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در شرایط آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A با جذب آب بیشتر به همراه هدایت روزنه‌ای و سرعت فتوسنتزی بالاتر، محتوای نسبی آب برگ بیشتری داشت و از این طریق در بین سایر تیمارها بیشترین عملکرد دانه (۷۸۱۵ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیک (۱۷۸۶۷ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد که در مقایسه با شاهد به ترتیب ۲۴/۵ و ۲۱/۲ درصد برتری نشان داد. بنابراین در نهایت می‌توان اظهار نمود که اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر رفع آثار تنش آبی و بهبود سیستم فتوسنتزی جهت به دست آوردن عملکرد مطلوب گیاه ذرت مثبت بود و از آنجا که این ماده بسیار ارزان و دسترسی به آن آسان است، مصرف آن در ذرت به‌ویژه در شرایط کم‌آبی می‌تواند توجیه اقتصادی داشته باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی است که با همکاری و حمایت‌های مالی معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه پیام نور استان خوزستان انجام گردیده که بدین‌وسیله تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

اسکندری، ح. و کاظمی، ک. ۱۳۹۶. پاسخ فیزیولوژیکی گیاهان به شرایط محیطی دشوار. انتشارات دانشگاه پیام نور مرکز خوزستان، چاپ اول، ۴۲۳ صفحه.

امام، ی. ۱۳۹۰. زراعت غلات، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۹۲ صفحه.

بیاره، و.، شکاری، ف.، سیف زاده، س.، ذاکرین، ح.ر. و حدیدی، ا. ۱۳۹۹. تأثیر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید در شرایط تنش کمبود آب بر عملکرد و اجزای عملکرد کدوی تخم کاغذی. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۴(۵۴): ۱۹۲-۱۷۳.

جلالوند، ع.، عندلیبی، ب.، توکلی، ا. و مرادی، پ. ۱۳۹۸. بررسی اثرات سالیسیلیک اسید و سایکوسل بر روند تبادلات گازی بادرشبویه (*Dracocephalum moldavica* L.) در شرایط تنش خشکی. نشریه تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۲(۲): ۴۹۴-۴۸۱.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.9.6]

دهقان زاده جزی، ح. و اداوی، ظ. ۱۳۹۷. اثر اسید سالیسیلیک و اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک و عملکرد ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.) در شرایط تنش خشکی. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۰(۴۰): ۵۴-۳۵.

رضایی زاد، ع.، تیموری، ب. و مهراس مهرابی، ع. ۱۳۹۷. واکنش برخی هیبریدهای ذرت به تنش آبی. نشریه تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۱(۲): ۳۱۲-۳۰۱.

طریق الاسلامی، م.، کافی، م.، نظامی، ا. و ضرغامی، ر. ۱۳۹۶. تأثیر محلول‌پاشی با اسید سالسیلیک بر تخفیف اثرات تنش سرمازدگی و خشکی بر عملکرد و صفات زراعی در ذرت (*Zea mays* L.). نشریه تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۰(۴): ۶۲۵-۶۱۵.

فرجام، س.، سی و سه مرده، ع.، کاظمی اربط، ح.، یارنیا، م. و رخزادی، ا. ۱۳۹۷. اثر محلول‌پاشی اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی دو رقم نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) در شرایط تنش خشکی. پژوهش‌های حبوبات ایران. ۹(۱): ۱۱۷-۹۹.

فرخی، غ.، معاونی، پ.، مظفری، ح.، مجیدی هروان، ا. و ثانی، ب. ۱۳۹۸. بررسی اثر قطع آبیاری در دورهای مختلف آبیاری بر عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژیک چهار رقم ذرت. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۱(۴۳): ۴۵-۲۵.

موحدی دهنوی، م.، نیکنام، ن.، بهزادی، ی.، محتشمی، ر. و باقری، ر. ۱۳۹۶. مقایسه پاسخ‌های فیزیولوژیک کتان (*Linum usitatissimum* L.) به تنش خشکی و شوری و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک. نشریه زیست شناسی گیاهی ایران. ۹(۳۳): ۶۲-۳۹.

مهرابیان مقدم، ن.، آروین، م.ج.، خواجویی نژاد، غ. و مقصودی، ک.۱۳۹۰. اثر اسید سالیسیلیک بر رشد و عملکرد علوفه و دانه ذرت در شرایط تنش خشکی در مزرعه. مجله به زراعی نهال و بذر. ۲۷(۱): ۵۵-۴۵.

میر، ی.، دانشور، م. و اسماعیلی، ا. ۱۳۹۹. بررسی امکان کاهش خسارت کمی و کیفی کلزا رقم نپتون در شرایط کم آبی با کاربرد محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و عناصر ریزمغذی. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۲(۴۷): ۸۱-۶۵.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.9.6]

نقاش زاده، م.ر.، حیدری شریف آباد، ح.، مجیدی هروان، ا.، رفیعی، م.، رجالی، ف. و ایمان طلب، ن. ۱۳۹۳. ارزیابی تبادلات گازی برگ گیاه ذرت به هنگام استفاده از کود زیستی میکوریز تحت شرایط تنش خشکی. مجله به زراعی نهال و بذر. ۳۰(۱): ۵۹-۴۷.

نقی زاده، م. و کبیری، ر. ۱۳۹۵. اثر برگ‌پاشی با سالیسیلیک اسید بر برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیکی ذرت (*Zea mays* L.) در شرایط تنش خشکی. نشریه تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۹(۴): ۳۲۷-۳۱۵.

یوسفی راد، م. و شریفی، م. ۱۳۹۸. اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و سلنیوم بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و زراعی گلرنگ در شرایط تنش خشکی. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۱(۴۱): ۴۶-۲۹.

Anjum, S., Xie, X., Wang, L., Saleem, M., Man, C. and Lei, W. 2011. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. African Journal of Agriculture Research. 6(9): 2026-2032.

Bijanzadeh, E., Naderi, R. and Egan, T.P. 2019. Exogenous application of humic acid and salicylic acid to alleviate seedling drought stress in two corn (*Zea mays* L.) hybrids. Journal of Plant Nutrition. 42: 1483-1495.

DeGuang, Y., Xiuying, S., TianHong, Z. and Wen Chu, Y. 2011. Drought- resistant effect of exogenous oxygen remover on maize. Beijing Agricultural Sciences. 19(5): PP. 25-27.

Fahad, S. and Bano, A. 2012. Effect of salicylic acid on physiological and biochemical characterization of maize grown in saline area. Pakistan Journal Botany. 44(4): 1433-1438.

Horvath, E., Szalai, G. and Janda, T. 2007. Introduction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. Journal Plant Growth Regulator. 26: PP. 290-300.

Kamanga, R.M., Mbega, E. and Ndakidemi, P. 2018. Drought tolerance mechanisms in plants: Physiological responses associated with water deficit stress in *Solanum lycopersicum*. Advances in Crop Science and Technology. 6(3): 1-8.

Kong, J., Dong, Y., Xu, L., Liu, S. and Bai, X. 2014. Effects of foliar application of salicylic acid and nitric oxide in alleviating iron deficiency induced chlorosis of *Arachis hypogaea* L. Botanical Studies. 55(1): 9-16.

Kuromori, T., Mitsunori Seo, M. and Shinozaki, K. 2018. ABA transport and plant water stress responses. Trends in Plant Science. 23: 513-522.

Liu, Y., Subhash, C., Yan, J., Song, C. and Zhao, J., Li, J. 2011. Maize leaf temperature responses to drought: Thermal imaging and quantitative trait loci (QTL) mapping. Environmental and Experimental Botany. 71: 158-165.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.9.6]

Ma, D., Sun, D., Wang, C., Ding, H., Qin H., Hou, J., Huang, X., Xie, Y. and Guo, T. 2017. Physiological responses and yield of wheat plants in zincmediated alleviation of drought stress. Frontiers in Plant Science. 8: 860-867.

Mafakheri, A., Sio-Semardeh, A., Bahramnejad, B., Struik, P.C. and Sohrabi, Y. 2010. Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. Australian Journal of Crop Science. 4: 580-585.

Moller, I.M., Jensen, P.E. and Hansson, A. 2007. Oxidative modifications to cellular components in plants. Annual Review of Plant Biology. 58: 459-481.

Ritchie, S.W., Nguyen, H.T. and Haloday, A.S. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotype differing in drought resistance. Crop Science. 30: 105-111.

Shakirova, F., Sakhabutdinova, A., Bezrukova, M., Fatkhutdinova, R. and Fatkhutdinova, R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science. 164: 317-322.

Siddique, Z., Jan, S., Imadi, S.R., Gul, A. and Ahmad, P. 2016. Drought stress and photosynthesis in plants. In: Water stress and crop plants: A sustainable approach. Ahmad, P. (ed.). United States: Hoboken. pp. 1-11.

Yamori, M., Hikosaka, K. and Way, D.A. 2013. Temperature response of photosynthesis in C_3, C_4, and CAM plants: temperature acclimation and temperature adaptation. Photosynthesis Research. 13: 74-76.

Yang, A., Akhtar, S.S., Amjad, M., Iqbal, S. and Jacobsen, S.E. 2016. Growth and physiological responses of quinoa to drought and temperature stress. Journal of Agronomy and Crop Science. 202(6): 445-453.

Yavas, I. and Unay, A. 2016. Effects of zinc and salicylic acid on wheat under drought stress. The Journal of Animal and Plant Sciences. 26 (4): 1012-1017.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.9.6]

Response of leaf gas exchanges and grain yield of S.C. 704 maize to salicylic acid foliar application under water deficit stress

H. Nouriyani*

Assistant Professor Department of Agronomy and Plant Breeding, Payame Noor University, Iran.

*Coresponding Autor: hnouriyani@pnu.ac.ir

This article is an excerpt from a research project.

Received date: 2020.12.23 **Accepted date: 2021.04.17**

Abstract

In order to investigate the response of leaf gas exchanges and grain yield of SC 704 maize to salicylic acid foliar application under water deficit stress, a split plot experiment carried out based on randomized complete block design with four replications in Dezful region during the summer of 2013. Treatments included water deficit stress (irrigation after 60, 90, 120 and 150 mm evaporation from Class A evaporation pan) in main plots and foliar application of salicylic acid (0, 0.25, 0.5 and 0.75 mM in the 6-8 leaf stage of the plant) were in subplots. The results showed that foliar application of salicylic acid in water deficit stress treatments increased stomatal conductance (53%), transpiration intensity (19%), relative water content (26%), photosynthesis rate (24%), grain yield (35%) and biological yield (27%) and reduced the intercellular CO_2 concentration (14%). In general, consumption of salicylic acid in both favorable conditions and water stress improved physiological traits and yield. In the meantime, foliar application of 0.75 mM salicylic acid in irrigation conditions after 60 mm evaporation from Class A evaporation pan with greater water uptake, along with stomatal conductance and higher photosynthetic rate, the relative water content was higher and in this way among other treatments, it had the highest grain yield (7815 kg.ha^{-1}) and biological yield (17867 kg.ha^{-1}) which showed 24.5% and 21.2% superiority compared to the control, respectively.

Keywords: Transpiration, Water stress, Grain yield and Photosynthesis.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-06-03]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.50.9.6]