



اثر محلول پاشی اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک بر عملکرد علوفه، محتوای آب نسبی و کلروفیل برگ ذرت در شرایط تنش خشکی

نواب حاجی حسنی اصل^۱، فرهاد فرح وش^۲، محسن رشدی^۳، بهرام میرشکاری^۴، مهدی غفاری^۵

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۶

چکیده

برای بررسی اثر محلول پاشی اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک بر عملکرد و خصوصیات ذرت در شرایط تنش خشکی، آزمایشی طی سال‌های ۹۳-۱۳۹۲ در شهرستان خوی، به صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی، تنش خشکی از طریق آبیاری پس از 5 ± 75 و 5 ± 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر اعمال گردید. فاکتور فرعی شامل محلول پاشی اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک با غلظت ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر و تیمار شاهد (عدم محلول پاشی) بود. اثر سال تنها بر محتوای آب نسبی معنی داری بود. تنش خشکی بر وزن علوفه تر، کلروفیل a، b و کلروفیل a+b اثر معنی داری داشت. محلول پاشی بر تمام صفات اثر معنی داری داشت. اثرات متقابل سال و محلول پاشی بر وزن علوفه تر و کلروفیل a معنی دار بود. تیمار محلول پاشی ۱۰۰ میلی-گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در سال ۱۳۹۲ با میانگین $74/46$ تن در هکتار و تیمار عدم محلول پاشی در سال ۱۳۹۳ با میانگین $59/47$ تن در هکتار بیشترین و کمترین وزن تر علوفه را داشتند. بیشترین و کمترین کلروفیل a در تیمارهای محلول پاشی ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک در سال ۱۳۹۳ و عدم محلول پاشی در سال ۱۳۹۲ مشاهده شد. اثرات متقابل تنش خشکی و محلول پاشی تنها بر عملکرد علوفه اثر معنی داری داشت. تیمار محلول پاشی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در آبیاری شاهد ($80/82$ تن در هکتار) و تیمار شاهد محلول پاشی در آبیاری تنش ($52/74$ تن در هکتار) به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد علوفه را دارا بودند.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، کلروفیل a، کلروفیل b، وزن تر، محتوای آب نسبی

حاجی حسنی اصل، ن.، ف. فرح وش، م. رشدی، ب. میرشکاری و م. م. غفاری. ۱۳۹۶. اثر محلول پاشی اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک بر عملکرد علوفه، محتوای آب نسبی و کلروفیل برگ ذرت در شرایط تنش خشکی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۰: ۲۸-۳۹.

۱ - دانشجوی دکتری زراعت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۲ - گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران مسئول مکاتبات، پست الکترونیک: farahvash@iaut.ac.ir

۳ - گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد خوی، دانشگاه آزاد اسلامی، خوی، ایران

۴ - گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۵ - عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات نهال و بذر کرج، کرج، ایران

مقدمه

ذرت یکی از گیاهان مهم اقتصادی دنیا بوده و به دلیل ویژگی‌های بسیار زیاد خود نظیر قدرت سازگاری با شرایط اقلیمی گوناگون در تمام دنیا گسترش یافته و مکان سوم را بعد از گندم و برنج از نظر سطح زیر کشت به خود اختصاص داده است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۶). از دیدگاه کشاورزی زمانی که رطوبت خاک از نیاز واقعی محصول کمتر باشد و منجر به خسارت در محصول شود خشکسالی اتفاق می‌افتد، بنابراین مفهوم خشکسالی از دیدگاه کشاورزی برای محصولات مختلف یکسان نمی‌باشد (اله دادی و همکاران، ۱۳۸۵). کاهش ماده خشک اندام هوایی ذرت سیلویی در شرایط تنش خشکی توسط قیصری و همکاران (۲۰۰۹) گزارش شده است. حاجی حسنی اصل و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی تاثیر تنش خشکی در سه گیاه علوفه‌ای ذرت، ارزن و سورگوم مشاهده نمودند که در شرایط تنش خشکی بر اساس آبیاری بعد از ۱۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس الف، در هر سه ژنوتیپ گیاهی عملکرد علوفه تر و علوفه خشک کاهش معنی‌داری نشان داده و کمترین میزان کاهش در اثر تنش خشکی در ارزن و بیشترین کاهش عملکرد در ذرت مشاهده گردید. رضا وردی نژاد و همکاران (۲۰۰۶) با اعمال تیمارهای کم آبیاری در مراحل مختلف رشد ذرت علوفه-ای در کرج گزارش کردند که تنش رطوبتی در مراحل رشد رویشی و گلدهی به ترتیب باعث کاهش ۲۸ و ۲۹ درصدی عملکرد نسبت به تیمار آبیاری متداول گردید. فارسیانی و همکاران (۱۳۸۹) به بررسی تاثیر تنش خشکی بر روی برخی صفات فیزیولوژیکی ذرت شیرین ۴۰۳ پرداختند و مشاهده نمودند در تنش شدید خشکی (آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A) تجمع کلروفیل و میزان کلروفیل در واحد سطح (SPAD) افزایش و محتوای آب نسبی برگ‌ها (RWC) کاهش یافت.

اسید سالیسیلیک در باز و بسته شدن روزنه‌ها، جذب مواد غذایی، سنتز پروتئین و کلروفیل، مهار بیوسنتز اتیلن، تبخیر و تعرق، فتوسنتز و تنظیم اسمزی نقش دارد (اولاه خان و همکاران، ۲۰۱۲). شمس‌الدین سعید و همکاران (۱۳۸۸) گزارش نمودند که شوری و اسید سالیسیلیک اثر معنی‌داری بر وزن خشک اندام‌های هوایی، طول ساقه و کلروفیل در ذرت سینگل کراس ۷۰۴ داشتند، با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک از ۱۰۰ به ۲۰۰ پی پی ام صفات مذکور به ترتیب ۸۴/۶۴، ۴۴/۶۵ و ۳۸/۶۶ درصد افزایش نشان دادند. در مقابل اثرات مضر تنش خشکی در گیاه، کاربرد اسید سالیسیلیک سبب بهبود وزن تر اندام هوایی گیاه

شده است (گوپال و ابواما، ۲۰۰۷). ساز و کاری که اسید سالیسیلیک رشد ریشه و بخش هوایی را در برخی گیاهان افزایش می‌دهد به خوبی شناخته نشده است اما احتمال داده می‌شود که اسید سالیسیلیک طولیل شدن و تقسیم سلولی را به همراه مواد دیگری از قبیل اکسین تنظیم نماید. باندروسکا و استرویسکی (۲۰۰۵) گزارش کردند تیمار گیاه جو با اسید سالیسیلیک قبل از تنش، تأثیر مخرب کمبود آب روی غشاء سلولی در برگ‌ها را کاهش داد. مشاهده شده اسید سالیسیلیک می‌تواند فتوستتزی کل گیاهی را در گیاهان در معرض تنش خشکی افزایش دهد. الطیب (۲۰۰۵) گزارش داد که پیش تیمار گیاه جو با اسید سالیسیلیک موجب افزایش میزان آب نسبی (RWC)، وزن تر و خشک، میزان رنگدانه‌های فتوستتزی در شرایط تنش شوری گردید. اسکوریات اثرات متعددی بر رشد گیاهان، مانند تقسیم سلولی، توسعه دیواره سلولی و دیگر فرآیندهای توسعه یافتن نشان می‌دهد (پگنوجی و همکاران، ۲۰۰۳). با توجه به شواهد موجود اسید آسکوربیک نقش دوگانه در رشد سلول ایفا می‌کند. از یک طرف موجب تغییر چرخه سلولی و تحریک تقسیم سلول می‌شود و از طرف دیگر، رشد طولی و گسترش سلولی را امکان‌پذیر می‌سازد (هوریمانس و همکاران، ۲۰۰۰). اسید آسکوربیک در کلروپلاست به صورت یک کوفاکتور برای چرخه ویولاگزانتین عمل می‌کند (اسمیرنوف، ۲۰۰۰). ترکیباتی که دارای خواص آنتی‌اکسیدان مانند اسید آسکوربیک (میگوئل و همکاران، ۲۰۰۶) و اسید سالیسیلیک (آواسینی و همکاران، ۲۰۰۳) هستند، با افزایش توانایی آنتی‌اکسیدانی گیاه توانایی کم کردن خسارات تنش خشکی را دارند. اسید آسکوربیک سبب افزایش وزن خشک و تر برگ در بامیه شده است (باقی زاده و همکاران، ۲۰۰۹). اثر اسید آسکوربیک بر محتوای کلروفیل ممکن است به دلیل ثبات در مکان آنزیمی و واکنش‌های فتوستتزی باشد که سبب تحریک بیوسنتز و یا به تاخیر انداختن تجزیه کلروفیل می‌شود (فاروک، ۲۰۱۱). تاثیر مثبت اسید آسکوربیک در افزایش کلروفیل در شرایط شوری روی گندم (خان و همکاران، ۲۰۰۶) گزارش شده است.

با توجه به کمبود آب و خشک‌سالی‌های اخیر هدف از انجام این آزمایش بررسی اثرات مصرف مواد جدیدی می‌باشد که باعث کاهش تخفیف اثرات تنش خشکی است، که در این آزمایش اثرات مثبت و منفی دو ماده اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک بر خصوصیات کلروفیل، محتوای آب نسبی و عملکرد تر علوفه اندازه‌گیری گردید.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر طی سال‌های زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان خوی به ترتیب با طول و عرض جغرافیایی ۴۴ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی و ۳۸ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۱۵۷ متر از سطح دریا اجرا گردید. متوسط بارندگی سالانه منطقه در سی سال اخیر حدود ۲۸۰ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت ۱۲/۴ درجه سلسیوس بود. این تحقیق به صورت طرح آزمایشی کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل دو سطح آبیاری و بر اساس میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر بود. سطح اول آبیاری (شاهد) بر اساس آبیاری پس از 5 ± 75 میلی‌متر (بر اساس عرف محلی هر ۸ روز یکبار) و آبیاری پس از 5 ± 150 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (سطح تنش) اعمال شد. زمان اعمال تیمار تنش در مرحله ۱۲ الی ۱۴ برگی بود. هم‌چنین فاکتور فرعی در ۷ سطح شامل تیمارهای محلول‌پاشی اسید آسکوربیک (دولت آبادیان و همکاران، ۲۰۱۰؛ سلطانی و همکاران، ۱۳۹۰) و اسید سالیسیلیک (شمس‌الدین و همکاران، ۱۳۸۸؛ رائو و همکاران، ۲۰۱۲) با غلظت ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر و تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی) بود.

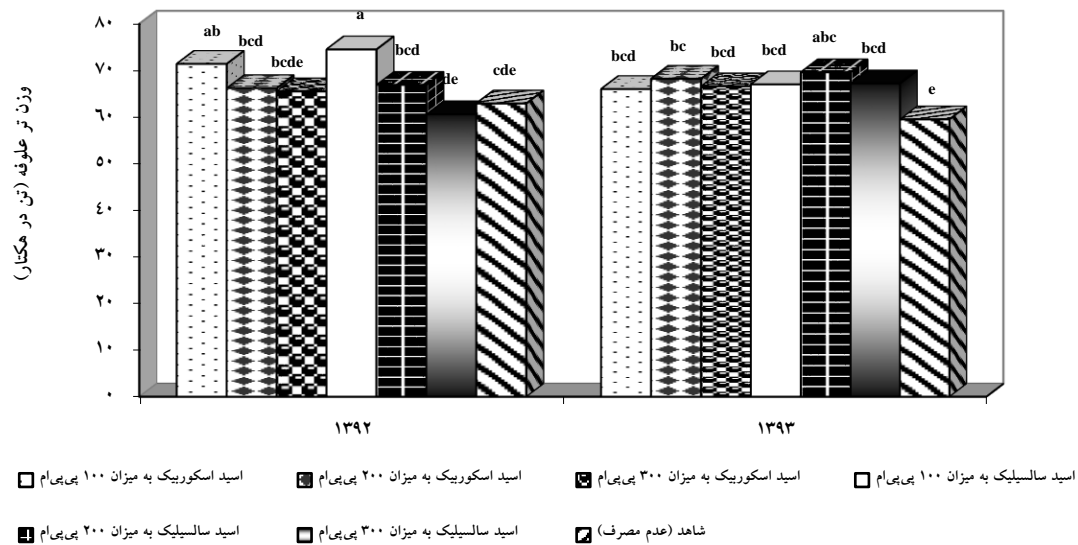
زمین مورد نظر در پاییز سال قبل شخم و آماده می‌گردید. عملیات تکمیلی تهیه زمین شامل شخم، دیسک و ایجاد فارو در بهار سال بعد انجام می‌شد. بر اساس آزمون خاک نیتروژن به میزان ۲۸۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره مصرف گردید. مصرف نیتروژن در دو مرحله و به مقدار مساوی به ترتیب در مرحله قبل از کاشت و به صورت سرک بعد از وجین اولیه و شروع رشد سریع (زانویی شدن) صورت گرفت. کود فسفر به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل قبل از کاشت مصرف شد. مطابق توصیه آزمون خاک مصرف پتاسیم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار و از منبع سولفات پتاسیم مصرف گردید. کود کامل با غلظت ۲ در هزار و به صورت محلول‌پاشی در مرحله شروع کرده افشانی استفاده گردید. طرح، شامل ۵۶ کرت فرعی و نوع کشت به صورت جوی و پشته بود. تعداد خطوط کاشت در هر کرت فرعی ۴ خط به طول ۵ متر بود. فاصله ردیف‌های کاشت ۶۰ و فاصله بوته روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برای کشت از رقم ذرت سینگل کراس رقم سیلوکینگ^۱ استفاده شد. این هیبرید از گروه ۵۳۰ و میان رس می‌باشد. دور آبیاری تا زمان اعمال تیمار تنش به

صورت بارانی و هر ۴ الی ۵ روز یکبار انجام گرفت. عملیات تنک کردن در مرحله ۴ تا ۶ برگی و پس از مبارزه با علف‌های هرز انجام گرفت. عملیات برداشت، نمونه‌گیری و اندازه‌گیری کلیه صفات ضمن رعایت مسائل حاشیه‌ای و برداشت از دو خط میانی و ضمن صرف نظر از ۰/۵ متر ابتدا و انتهای طولی انجام گرفت. صفات اندازه‌گیری شده شامل وزن تر علوفه، محتوای رطوبت نسبی، کلروفیل a و b، کلروفیل b + a بود. بعد از اندازه‌گیری یکنواختی واریانس‌ها توسط تست لوون و یکنواخت شدن واریانس خطای دو سال، تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد با آزمون دانکن، با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام گرفت.

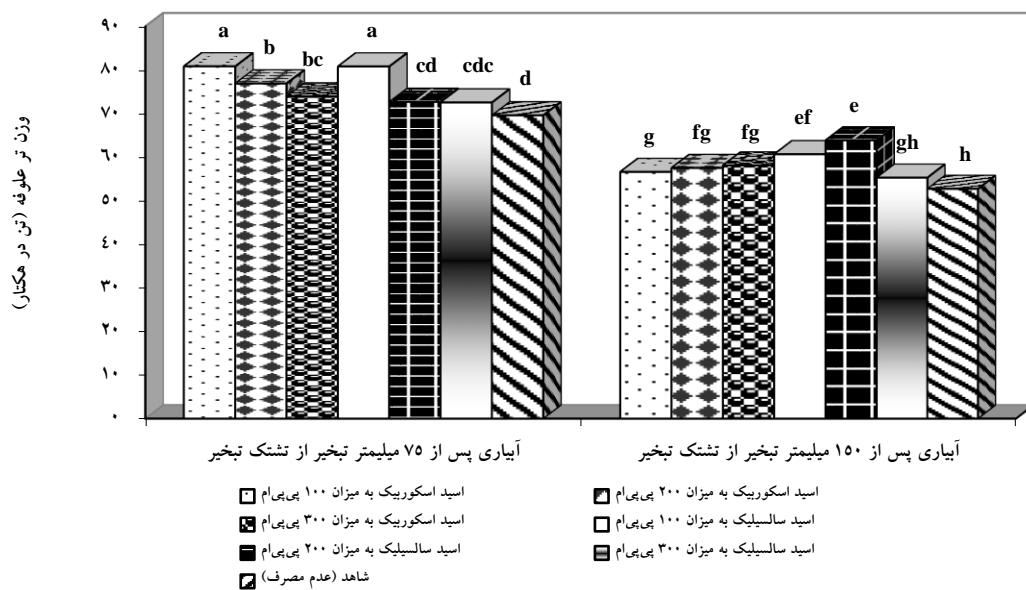
نتایج و بحث

وزن تر علوفه

وزن تر علوفه تحت تاثیر اثرات سال قرار نگرفت ولی سطوح مختلف تنش خشکی بر این صفت تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۱). اثرات متقابل سال و تنش نتوانست بر وزن تر علوفه تاثیر معنی‌داری داشته باشد ولی وزن تر علوفه تحت تاثیر تیمار محلول‌پاشی قرار گرفت (جدول ۱). اثرات متقابل سال و محلول‌پاشی، و تنش خشکی و محلول‌پاشی بر وزن تر علوفه معنی‌دار بود (جدول ۱). تیمار محلول‌پاشی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در سال ۱۳۹۲ با میانگین ۷۴/۴۶ تن در هکتار وزن تر علوفه در گروه آماری برتر قرار گرفت و تیمار عدم محلول‌پاشی عناصر در سال ۱۳۹۳ با میانگین ۵۹/۴۷ تن در هکتار دارای پایین‌ترین میزان وزن تر علوفه بود (شکل ۱). هم‌چنین وزن تر علوفه در دو تیمار محلول‌پاشی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک در آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر با میانگین ۸۰/۸۲ و ۸۰/۷۹ تن در هکتار مشاهده گردید و تیمار شاهد محلول‌پاشی در سطح تنش خشکی با میانگین ۵۲/۷۴ تن در هکتار دارای کمترین وزن تر علوفه بود (شکل ۲). اثرات سه گانه سال، تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر بر وزن تر علوفه معنی‌دار نبود (جدول ۱).



شکل ۱- اثرات متقابل سال و محلول پاشی بر وزن تر علفه (تن در هکتار)



شکل ۲- اثرات متقابل تنش خشکی و محلول پاشی بر وزن تر علفه (تن در هکتار)

تنش آب می‌تواند به‌طور مستقیم از طریق تاثیر بر فرآیندهای مختلف بیوشیمیایی و به‌طور غیرمستقیم از طریق کاهش دادن میزان جذب گاز کربنیک در اثر انسداد روزه‌ها بر فتوسنتز اثر کند (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۳). حاجی حسنی اصل و همکاران (۲۰۱۱) در سه گیاه ذرت، سورگوم و ارزن کاهش عملکرد علفه تر را در اثر تنش خشکی اعلام نمودند و تاثیر تنش خشکی را در کاهش عملکرد علفه تر ذرت بیشتر دانستند. آتیا (۲۰۰۳) کاهش عملکرد علفه تر را در سه ژنوتیپ ذرت کشت شده در شرایط کم آبیاری گزارش و علت اصلی کاهش

کاهش وزن تر علفه در شرایط افزایش تنش خشکی امری عادی و بدیهی باشد. یکی از فرایندهای مهم فیزیولوژیکی گیاه فتوسنتز است که شدت آن در کم آبی کاهش می‌یابد (گوسی گنوا و همکاران، ۲۰۰۶). تنش و افزایش فواصل آبیاری باعث می‌گردد که فشار تورژسانس در سلول‌ها کاهش یابد، این کاهش فشار تورژسانس باعث می‌شود تا آب کمتری در درون سلول‌ها باقی بماند و در نتیجه از حجم سلول‌ها کاسته می‌شود که آن نیز باعث کاهش وزن سلول‌ها و در نتیجه عملکرد علفه تر می‌گردد. با کاهش رطوبت خاک، مقدار فتوسنتز کاهش می‌یابد.

اکسین تنظیم می‌نماید (شکیرووا و ساهابوتیدینووا، ۲۰۰۳). همچنین گزارش شده است که اسید آسکوربیک تقسیم سلولی را افزایش داده و سبب افزایش تعداد برگ، وزن خشک و تر برگ در گیاه می‌شود (میگوئیل و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج آزمایشات دانشمند و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد که مصرف اسید سالیسیلیک موجب افزایش وزن تر علفه به میزان حدود ۲۵ درصد گردید و با مصرف ۰/۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک میزان وزن تر علفه از ۳۶۰۰ گرم در مترمربع به ۴۵۰۰ گرم در مترمربع افزایش یافت.

عملکرد را فستتر کمتر در بوته‌های تنش دیده و افت شدید محتوای نسبی آب برگ ذرت اعلام نمودند. نیسانی و همکاران (۱۳۹۰) طی بررسی خود بر روی ذرت علفه‌ای دریافتند که با اعمال تنش خشکی و قطع آبیاری در مرحله گلدهی میزان عملکرد تر علفه از ۷۱/۱ تن در هکتار در تیمار شاهد آبیاری به ۵۱/۵ تن در هکتار رسید. سازوکاری که اسید سالیسیلیک رشد ریشه و اندام هوایی را در برخی گیاهان افزایش می‌دهد به خوبی شناخته نشده است اما احتمال داده می‌شود که اسید سالیسیلیک طویل شدن و تقسیم سلولی را به همراه مواد دیگری از جمله

جدول ۱- تجزیه واریانس برای صفات وزن علفه تر، محتوای آب نسبی و کلروفیل

میانگین مربعات				وزن علفه تر	درجه آزادی	منابع تغییرات
کلروفیل a+b	کلروفیل b	کلروفیل a	محتوای آب نسبی			
۳/۷۶۰	۰/۰۸۶	۴/۹۸۱	۱۸۰/۳۱۵**	۸/۳۰۴	۱	سال
۱/۲۲۲	۰/۰۲۶	۱/۱۸۴	۷/۸۱۲	۵۳/۹۸۲	۶	سال/ تکرار (اشتباه ۱)
۴۴۶/۱۶۲**	۳۱/۱۸۶**	۲۴۱/۴۳۳**	۳۳۰/۰۷۶	۸۵۶۲/۰۴۱*	۱	تنش خشکی
۰/۰۵۷	۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	۴۳/۲۱۲	۴۲/۴۳۲	۱	سال * تنش خشکی
۱/۰۸۸	۰/۰۸۹	۱/۰۱۲	۲۹/۵۸۶	۷/۷۵۴	۶	سال/ تکرار * تنش خشکی (اشتباه ۲)
۱/۵۲۰**	۰/۳۷۱**	۰/۴۶۳*	۳۸/۶۹۶**	۱۶۴/۸۶۰**	۶	محلول پاشی
۰/۳۳۴	۰/۰۰۵	۰/۳۷۴*	۶/۸۷۷	۱۰۰/۱۲۹**	۶	سال * محلول پاشی
۰/۲۳۶	۰/۰۱۰	۰/۱۷۴	۳/۵۵۱	۸۹/۱۲۴**	۶	تنش خشکی * محلول پاشی
۰/۲۹۶	۰/۰۳۲	۰/۱۶۶	۱۰/۸۰۵	۹/۰۰۱	۶	سال * تنش خشکی * محلول پاشی
۰/۱۷۵	۰/۰۲۸	۰/۱۵۸	۵/۱۸۸	۳۳/۳۱۳	۷۲	اشتباه ۳
۲/۹۳	۳/۶۵	۴/۱۰	۲/۹۸	۸/۶۷		ضریب تغییرات

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

به نظر می‌رسد بهبود شرایط رشدی در سال دوم کشت و همچنین وجود یخبندان جزئی و کوتاه مدت در اواخر فصل سال اول که موجب خشک شدن جزئی چند برگ انتهایی شاخه گردید از عوامل موثر در کم شدن محتوای آب نسبی برگ‌ها در سال اول بود. این نتایج نشان می‌دهد که جذب و تجمع آب در سال دوم آزمایش بهتر و مناسب تر انجام گرفت. کاهش پتانسیل آب مانع از تقسیم سلولی، رشد اندام، فستتر خالص و سنتز پروتئین شده و تعادل هورمونی بافت‌های اساسی گیاه را تغییر می‌دهد. به‌خوبی مشخص شده است که طی تنش‌هایی هم‌چون تنش خشکی محتوای نسبی آب، پتانسیل آب برگ و پتانسیل اسمزی سلول‌ها کاهش می‌یابد (ما و همکاران، ۲۰۰۶). نتایج خلیلی محله (۱۳۹۱) نشان داد که در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی محتوای آب نسبی ۷۳/۹۶ درصد بود که در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی به ۷۶/۴۴

محتوای آب نسبی

فاکتور سال در سطح احتمال ۱ درصد محتوای آب نسبی را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱). میزان محتوای آب نسبی در سال ۱۳۹۲ با میانگین ۷۵/۱ درصد نسبت به مقدار این صفت در سال ۱۳۹۲ با میانگین ۷۷/۶ درصد در گروه آماری پایین‌تری قرار گرفت (جدول ۲). تنش تأثیری بر محتوای آب نسبی برگ نداشت ولی محلول پاشی عناصر محتوای آب نسبی را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱). محلول پاشی اسید آسکوربیک به میزان ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین مقدار محتوای آب نسبی را دارا بود و تیمار شاهد با میانگین ۷۳/۲ درصد کمترین میزان محتوای آب نسبی را دارا بود (جدول ۲). هیچ یک از اثرات متقابل بر میزان محتوای آب نسبی تأثیر معنی داری نداشت (جدول ۱).

دادند نتیجه گرفتن که مصرف اسید آسکوربیک موجب افزایش محتوای رطوبت نسبی گردید. نتایج مهاریان مقدم و همکاران (۱۳۹۰) در مورد کاربرد اسید سالیسیلیک در ذرت اعلام نمودند که کاربرد این ماده توانست با بهبود روابط آبی در گیاه موجب افزایش درصد رطوبت نسبی برگ گردد. راثو و همکاران (۲۰۱۲) طی آزمایشی بر روی ذرت نتیجه گرفتند که مصرف ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی گرم در لیتر اسید سالیسیلیک در شرایط تنش موجب افزایش محتوای آب نسبی گردید در حالی که با مصرف ۲۰۰ میلی گرم در لیتر این مقدار کاهش یافت.

درصد رسید. شمسی (۲۰۱۰) در بررسی تاثیر تنش خشکی بر خصوصیات گندم نانواپی عنوان نمودند که بیشترین مقدار محتوای آب نسبی در تیمار تنش خشکی کامل ۹۰ درصد بود و در تیمار تنش آبی در شروع ساقه رفتن به ۴۸ درصد رسید. اثر مثبت اسید آسکوربیک روی رشد گیاه را می توان به دلیل نقش آن به عنوان کوفاکتور مهم در بیوسنتز بسیاری از هورمون های گیاهی از جمله جیبرلین دانست که از طریق احیای این قبیل هورمون ها سبب تعدیل اثرات شوری، افزایش تقسیم و گسترش سلولی و رشد گیاه می شود (تاکو و همکاران، ۲۰۱۱). دهقان و همکاران (۱۳۹۲) طی آزمایشی که بر روی توت فرنگی در شرایط تنش شوری انجام

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات سال، تنش خشکی و محلول پاشی بر صفات آزمایشی

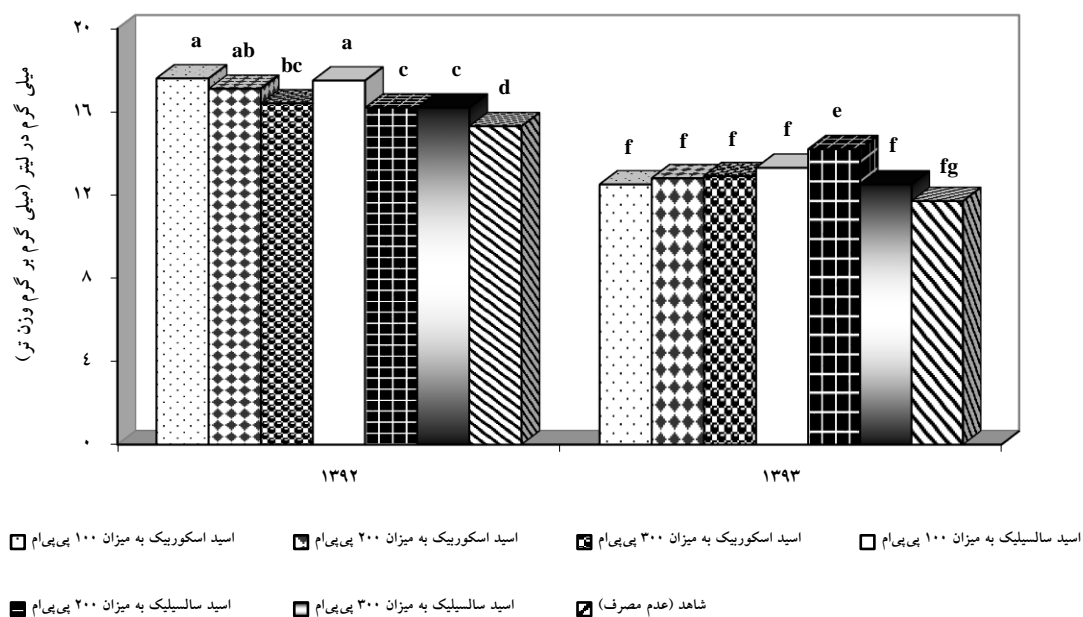
منابع تغییر	وزن علوفه تر (تن در هکتار)	محتوای آب نسبی (درصد)	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل a+b (میلی گرم بر گرم وزن تر)
سال					
اول	۶۶/۸۵	b ۷۵/۱	۹/۴۸	۴/۶۳	۱۴/۱۱
دوم	۶۶/۳۱	a ۷۷/۶	۹/۹۰	۴/۵۷	۱۴/۴۷
تنش خشکی					
آبیاری پس از ۷۵ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر	a ۷۵/۳۲	۷۸/۱	a ۱۱/۱۶	a ۵/۱۳	a ۱۶/۲۹
آبیاری پس از ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر	b ۵۷/۸۳	۷۴/۶	b ۸/۲۲	b ۴/۰۷	b ۱۲/۲۹
محلول پاشی (اسپری)					
اسید اسکوربیک با غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر	ab ۶۸/۷۲	ab ۷۷/۱	bc ۹/۵۱	b ۴/۶۱	b ۱۴/۱۳
اسید اسکوربیک با غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر	abc ۶۷/۲۱	a ۷۷/۴	ab ۹/۸۰	b ۴/۶۴	ab ۱۴/۴۴
اسید اسکوربیک با غلظت ۳۰۰ میلی گرم در لیتر	bc ۶۶/۰۱	a ۷۷/۵	a ۹/۹۱	a ۴/۷۸	a ۱۴/۶۹
اسید سالیسیلیک با غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر	a ۷۰/۷۴	ab ۷۶/۲	abc ۹/۶۴	b ۴/۵۹	b ۱۴/۲۳
اسید سالیسیلیک با غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر	abc ۶۸/۲۷	a ۷۷/۴	ab ۹/۷۸	ab ۴/۶۷	ab ۱۴/۴۴
اسید سالیسیلیک با غلظت ۳۰۰ میلی گرم در لیتر	cd ۶۳/۹۲	b ۷۵/۶	ab ۹/۷۸	b ۴/۶۱	ab ۱۴/۳۸
شاهد (عدم محلول پاشی)	d ۶۱/۱۷	c ۷۳/۲	c ۸/۴۵	c ۴/۲۸	c ۱۳/۷۲

میانگین های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می باشند

کلروفیل a

اثرات سال بر میزان کلروفیل a معنی دار نگردید ولی تنش خشکی تاثیر معنی داری بر میزان کلروفیل a داشت (جدول ۱). مقدار کلروفیل a در تیمار آبیاری پس از ۱۵۰ میلی متر تبخیر نسبت به تیمار آبیاری پس از ۷۵ میلی متر تبخیر کاهش ۲۶/۳ درصدی داشت (جدول ۲). اثرات متقابل سال و تنش خشکی نتوانست میزان کلروفیل a را تحت تاثیر قرار دهد ولی سطوح محلول پاشی بر این صفت تاثیر معنی داری داشت (جدول ۱).

کلروفیل a تحت تاثیر اثرات متقابل سطوح سال و محلول پاشی قرار گرفت (جدول ۱). بیشترین کلروفیل a مربوط به تیمار محلول پاشی ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید آسکوربیک در سال ۱۳۹۳ می باشد و کمترین مقدار این صفت مربوط به تیمار عدم محلول پاشی در سال ۱۳۹۲ می باشد (شکل ۳). اثرات متقابل تنش خشکی و محلول پاشی و همچنین اثرات متقابل سه گانه نتوانست میزان کلروفیل a را تحت تاثیر قرار دهد (جدول ۱).



شکل ۳- اثرات متقابل سال و محلول پاشی بر کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر)

دارا بودند و با میزان ۱۸۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک اختلاف معنی داری نداشتند (شکاری و همکاران، ۱۳۸۹).

کلروفیل b

کلروفیل b تحت تاثیر سال قرار نگرفت ولی تیمار تنش خشکی اثر معنی داری بر این صفت داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار آبیاری شاهد با میانگین ۵/۱۳ میلی گرم بر گرم نسبت به تیمار آبیاری تنش با میانگین ۴/۰۷ میلی گرم بر گرم در گروه آماری برتر قرار گرفت (جدول ۲). اثرات متقابل سال و تنش خشکی تاثیر معنی داری بر این صفت نداشت ولی سطوح مختلف محلول پاشی تاثیر معنی داری بر این صفت داشت (جدول ۱). محلول پاشی ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید آسکوربیک با میانگین ۴/۷۸ میلی گرم بر گرم دارای بیشترین مقدار کلروفیل b بود و کمترین مقدار این صفت نیز در تیمار شاهد (عدم محلول پاشی) با میانگین ۴/۲۸ میلی گرم بر گرم مشاهده گردید (جدول ۲). اثرات متقابل دو گانه سال و محلول پاشی و تنش خشکی و محلول پاشی و اثرات متقابل سه گانه بر مقدار کلروفیل b معنی دار نگردید (جدول ۱).

از عوامل کاهش محتوای کلروفیل در هنگام مواجه گیاهان با تنش خشکی، تولید گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن و متعاقب آن پراکسیداسیون لیپیدها و تخریب کلروفیل است (زیاو و همکاران، ۲۰۰۸). خلیلی (۱۳۹۱) اعلام نمودند که با افزایش تنش خشکی مقدار کلروفیل b کاهش یافت. ایشان اعلام نمودند

برخی از محققین اظهار داشتند که تحت تنش خشکی و گرما محتوای کلروفیل کاهش می‌یابد و مقدار کاهش در این صفت بسته به نوع گونه و مدت زمان تنش فرق می‌کند و لذا کاهش کلروفیل در شرایط تنش آبی می‌تواند به عنوان یک عامل محدود کننده غیرروزی‌های به حساب آید (جیانگ و هوانگ، ۲۰۰۱؛ تاناکا و تاناکا، ۲۰۰۶). طبق گزارشات کافی و همکاران (۱۳۷۹) در زمانی که کمبود آب برگ‌ها بین ۱۵-۱۰ درصد شدت فتوسنتز ۱۵-۱۸ درصد کاهش می‌یابد ولی زمانی که میزان افت محتوای آب نسبی برگ به ۲۰ درصد می‌رسد فتوسنتز تا ۴۰ درصد کاهش می‌یابد که یکی از دلایل آن، شکسته شدن کلروفیل است و چنانچه گیاه حساس و یا تنش خشکی شدید باشد کمپلکس کلروفیل پروتئین و نیز لیپیدها ناپایدار می‌شود و تشکیل انواع پلاستیدها، کلروفیل، کاروتن و ... کاهش می‌یابد. درویش بلوچی و همکاران (۱۳۸۹) طی آزمایشی که بر روی ذرت انجام دادند، نتیجه گرفتند که با افزایش میزان تنش از مقدار کلروفیل a کاسته می‌شود. اثر اسید آسکوربیک بر محتوای کلروفیل ممکن است به دلیل ثبات در مکان آنزیمی و واکنش-های فتوسنتزی باشد که سبب تحریک بیوسنتز و یا به تاخیر انداختن تجزیه کلروفیل می‌شود (فاروک، ۲۰۱۱). تاثیر مثبت اسید آسکوربیک در افزایش کلروفیل در شرایط شوری در توت فرنگی (دهقان و همکاران، ۱۳۹۲) به اثبات رسیده است. بدور پرایم شده لوبیا چشم بلبلی با میزان ۲۷۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک، بیشترین میزان کلروفیل a را در شرایط آبیاری نرمال

همکاران، ۱۹۹۷). با توجه به کاهش هر دو کلروفیل **a** و **b** بر اثر تنش کم آبی، لذا کاهش مقدار کل کلروفیل کاهش معنی داری یافت. بر اساس نتایج خلیلی محله (۱۳۹۱) در ذرت و ستایش مهر و گنجعلی (۱۳۹۲) در شوید میزان کل کلروفیل در اثر تنش خشکی کاهش معنی داری یافت. بر اساس نتایج جعفرزاده و همکاران (۱۳۹۲) در گیاه همیشه بهار بیشترین و کمترین مقدار کلروفیل **a** و **b** و کلروفیل کل به ترتیب در تنش ملایم و شرایط نسبتاً شدید حاصل شد. مهربان مقدم و همکاران (۱۳۹۰) طی آزمایشی در ذرت علوفه‌ای در شرایط تنش خشکی و شاهد نشان دادند که تیمار اسید سالیسیلیک بر میزان کلروفیل کل معنی دار بود، به طوری که مصرف اسید سالیسیلیک با میانگین ۲۰ درصد افزایش در کلروفیل، بیشترین تاثیر را داشتند. میزان کلروفیل کل در گیاه لوبیا چشم بلبلی هم در شرایط نرمال و هم شرایط تنش با مصرف اسید سالیسیلیک افزایش معنی داری یافت ولی میزان این صفت با مصرف ۳۶۰۰ میکرو مولار کاهش محسوسی یافت (شکاری و همکاران، ۱۳۸۹).

همبستگی صفات

وزن تر علوفه با تمام صفات اندازه‌گیری شده رابطه معنی داری داشت و بیشترین ($r = 0/902^{**}$) همبستگی با صفت کلروفیل **a+b** مشاهده گردید. این نشان دهنده رابطه مستقیم و تنگاتنگ بین افزایش وزن تر علوفه با افزایش میزان کل کلروفیل در گیاه می‌باشد (جدول ۳). محتوای آب نسبی با صفات وزن تر علوفه، میزان کلروفیل **a** و **b** و کلروفیل **a+b** رابطه معنی داری داشت (جدول ۳). صفات کلروفیل **a** و **b** با تمام صفات اندازه‌گیری شده همبستگی نشان داد. کلروفیل **a** بیشترین ($r = 0/997^{**}$) و کلروفیل **b** نیز بیشترین ($r = 0/979^{**}$) همبستگی را با جمع کلروفیل **a+b** نشان داد. همبستگی نشان داد که میزان کلروفیل **a** بیشتر از مقدار کلروفیل **b** می‌تواند جمع کل کلروفیل **a+b** را تحت تاثیر قرار دهد (جدول ۳).

که، تنش خشکی با تاثیر بر کمپلکس کلروفیل - پروتئین و تغییر در ساختار لیپیدها باعث کاهش تولید پلاستیدها و بخصوص کلروپلاست‌ها و کلروفیل **b** شده و مقدار آن را کاهش می‌دهد. نتایج ستایش مهر و گنجعلی (۱۳۹۲) بر روی شوید نشان داد که تنش خشکی تاثیر معنی داری بر میزان کلروفیل **b** داشت. الطیب (۲۰۰۵) از افزایش معنی دار محتوای کلروفیلی و کارتنوئیدی در شرایط محلول پاشی اسید سالیسیلیک گزارش کرده و نتیجه این امر را افزایش سرعت فتوسنتز دانسته است. نتایج دانشمند و همکاران (۱۳۹۳) در گلرنگ بیان گر آن بود که تیمار مصرف ۰/۵ میلی مولار اسید سالیسیلیک، موجب افزایش کلروفیل **b** در هر دو رقم گلرنگ در شرایط تنش و غیر تنش گردید. بر اساس نتایج دولت آبادیان و همکاران (۱۳۸۸) در کلزا، مصرف ۲۵ میلی مول اسید آسکوربیک موجب افزایش میزان کلروفیل **b** نسبت به تیمار شاهد گردید

کلروفیل (کل) **a+b**

اثرات سال بر میزان کل کلروفیل معنی دار نگردید ولی تیمار تنش بر این صفت معنی دار گردید (جدول ۱). این صفت در تیمار آبیاری تنش نسبت به تیمار آبیاری شاهد با کاهش ۲۴/۶ درصدی مواجه گردید و از ۱۶/۲۹ میلی گرم بر گرم به ۱۲/۲۹ میلی گرم بر گرم کاهش یافت (جدول ۲). اثرات متقابل سال و تنش خشکی بر میزان کل کلروفیل تاثیری نداشت (جدول ۱). اثرات محلول پاشی بر میزان کل کلروفیل معنی دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان کل کلروفیل (**a+b**) با میانگین ۱۴/۶۹ مربوط به تیمار محلول پاشی ۳۰۰ میلی گرم در لیتر اسید آسکوربیک بود و کمترین میزان کل کلروفیل با میانگین ۱۳/۷۲ مربوط به تیمار عدم محلول پاشی بود (جدول ۲). اثرات متقابل سال و محلول پاشی و اثرات متقابل تنش خشکی و محلول پاشی و اثرات سه گانه بر این صفت اثر معنی داری نداشت (جدول ۱).

کلروفیل‌ها، مولکول‌های ضروری هستند که مسئول دریافت انرژی خورشیدی در سیستم‌های فتوسنتزی هستند (سایرم و

جدول ۳- همبستگی ساده صفات اندازه‌گیری شده

کلروفیل a+b	کلروفیل b	کلروفیل a	محتوای آب نسبی	وزن علوفه تر	
				۱/۰۰۰	وزن علوفه تر
			۱/۰۰۰	۰/۶۱۸ ^{**}	محتوای آب نسبی
		۱/۰۰۰	۰/۶۸۴ ^{**}	۰/۸۶۶ ^{**}	کلروفیل a
	۱/۰۰۰	۰/۹۶۱ ^{**}	۰/۶۹۹ ^{**}	۰/۸۸۵ ^{**}	کلروفیل b
۱/۰۰۰	۰/۹۷۹ ^{**}	۰/۹۹۷ ^{**}	۰/۶۹۳ ^{**}	۰/۹۰۲ ^{**}	کلروفیل a+b

نتیجه‌گیری

آسکوربیک در همه تیمارهای موجب افزایش بیشتر صفات اندازه‌گیری شده نسبت به تیمار شاهد گردید. در صفت عملکرد تیمار حداقل مصرف هر دو ماده (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) موجب افزایش گردید و افزایش غلظت این ترکیبات موجب عدم تاثیر یا حتی کاهش مقادیر این صفت گردید. صفات محتوای آب نسبی، میزان کلروفیل a، b و جمع کل کلروفیل (a+b) با افزایش میزان مصرف اسید آسکوربیک و اسید سالیسیلیک (تا ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) نیز افزایش یافت.

تنش خشکی موجب کاهش تمام صفات اندازه‌گیری شده گردید، هر چند که در صفت محتوای آب نسبی این کاهش معنی‌دار نبود. این فرآیند نشان دهنده تاثیر منفی کمبود آب بر تمام صفات فیزیولوژیک و در نتیجه عملکرد گیاه می‌باشد، یعنی می‌توان اظهار نمود که با کاهش رطوبت از میزان کلروفیل و در نتیجه فتوسنتز کاسته شده و به تبع آن میزان عملکرد و تجمع ماده در گیاه کاهش می‌یابد. مصرف اسید سالیسیلیک و اسید

منابع

- اله دادی، ا.، ب. موذن قمصری و غ. ع. اکبری. ۱۳۸۵. بررسی کاربرد پلیمرهای سوپرچاذب به عنوان راه‌کاری مهم در کاهش اثرات تنش خشکی در گیاهان زراعی. مقالات کلیدی نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۷۵-۱۵۳ صفحه.
- جعفرزاده، ل.، ح. امید و ع. ا. بستانی. ۱۳۹۲. تاثیر تنش خشکی و کود زیستی بر عملکرد گل، رنگ‌ریزه‌های فتوسنتزی و محتوای پروتئین گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.). فصل‌نامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۹، شماره ۳: ۶۸۰-۶۶۶.
- خلیلی محله، ج. ۱۳۹۱. بررسی کاربرد ترکیبات سوپرچاذب در شرایط کم آبیاری در ذرت سینگل کراس ۷۰۴. پایان‌نامه دکترای زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. ۲۳۳ صفحه.
- دانشمند، ف.، م. ج. آروین، ب. کرامت و ن. مومنی. ۱۳۹۱. تاثیر تنش شوری و اسید سالیسیلیک بر پارامترهای جوانه‌زنی بذر و رشد گیاه ذرت در شرایط مزرعه. فرآیند و کارکرد گیاهی. جلد ۱، شماره ۱: ۷۰-۵۶.
- درویشی بلوچی، م.، ف. پاک‌نژاد، ع. کاشانی، م. ر. اردکانی و م. درویشی بلوچی. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر تنش خشکی و تغذیه برگ بر برخی از عناصر کم مصرف بر پارامترهای فلورسانس کلروفیل، محتوای کلروفیل، RWC، پایداری غشاء و عملکرد دانه ذرت ۷۰۴. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. جلد ۴۱، شماره ۳: ۵۴۳-۵۳۱.
- دولت آبادیان، آ.، س. ع. م. مدرس ثانوی و م. شریفی. ۱۳۸۸. اثر تغذیه برگ با اسید آسکوربیک بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، تجمع پروتئین و لیپید پراکسیداسیون کلزا در شرایط تنش شوری. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۳، شماره ۴۷ ب: ۶۲۰-۶۱۱.
- دهقان، ف.، م. غلامی و ع. عزیزی. ۱۳۹۲. بررسی اثر برهم‌کنش محلول‌پاشی برگ آسکوربیک و تنش شوری بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه توت فرنگی رقم سلوا. فن‌آوری تولیدات گیاهی. جلد ۱۳، شماره ۱: ۵۶-۴۷.
- ستایش مهر، ز. و ع. گنجعلی. ۱۳۹۲. بررسی اثرات تنش خشکی بر رشد و خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه شوید (*Anethum graveolens* L.). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۷، شماره ۱: ۳۵-۲۷.
- سلطانی، ی.، و. ر. صفاری، ع. ا. مقصودی مود، و م. مهربانی. ۱۳۹۰. بررسی اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک، اسید آسکوربیک و تیمار روی خصوصیات روزنه و میزان نشت یونی در گیاه همیشه بهار. مجموعه مقالات یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. ۹ صفحه.
- شکاری، ف.، آ. پاکمهر، م. راستگو، م. وظایفی و م. ج. قریشی نسب. ۱۳۸۹. اثر پرایمینگ بذر با اسید سالیسیلیک بر پاره‌ای صفات فیزیولوژیکی لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) تحت تنش کم‌آبی در زمان غلاف‌بندی. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی. جلد ۴، شماره ۱۳: ۲۹-۱۳.
- شمس‌الدین، س.، م. ح. دشتی، ا. رستمی و ف. شریعتی‌نیا. ۱۳۸۸. اثرات محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر صفات رویشی ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط تنش شوری. یازدهمین کنگره علوم گیاهان زراعی. دانشگاه شهید بهشتی، تهران. صفحه ۱۱۰.
- فارسبانی، ا.، م. ا. قبادی و س. جلالی هنرمند. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی و تاریخ کاشت بر روی برخی صفات فیزیولوژیکی در ذرت شیرین Sc403. چکیده مقالات یازدهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ۹۰.

- کافی، م.، ا. زند، ب. کامکار، ح. ر. شریفی و م. گلدانی. ۱۳۷۹. فیزیولوژی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد (جلد اول). ۳۷۹ صفحه.
- کوچکی، ع. و م. بنایان اول. ۱۳۷۳. فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۸۰ صفحه.
- مهرابیان مقدم، ن.، م. ج. آروین، غ. ر. خواجویی نژاد و ک. مقصودی. ۱۳۹۰. اثر اسید سالسیلیک بر رشد و عملکرد علوفه و دانه ذرت در شرایط تنش خشکی در مزرعه. مجله به زراعی نهال و بذر. جلد ۲-۲۷، شماره ۱: ۵۵-۴۱.
- نورمحمدی، ق.، س. ع. ا. سیادت و ع. کاشانی. ۱۳۸۶. زراعت، جلد اول (غلات). انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۴۴۶ صفحه.
- نیسانی، س.، س. ا. فلاح و ف. رئیسی. ۱۳۹۰. تأثیر کود مرغی و اوره بر صفات زراعی ذرت علوفه‌ای در شرایط تنش خشکی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد ۲۱، شماره ۴: ۷۴-۶۳.
- Atteya, A. M. 2003. Alternation of water relation and yield of corn genotypes response to drought stress. Bulg. J. Plant Physiol. 29 (1- 2): 63- 76.
- Avancini, G., I. N. Abreu, M. D. A. Saldana, R. S. Mohamed and P. Mazzafera. 2003. Induction of pilocarpine Formation in jaborandi leaves by salicylic acid and methyl jasmonate. Photochem. 63: 171- 175.
- Baghizadeh, A., M. Ghorbanli, H. M. Rezaei and H. Mozafri. 2009. Evaluation of Interaction effect of Drought stress with Ascorbate and Salicylic Acid on some of physiological and Biochemical parameters in okra (*Hibiscus esculentus* L.). J. Biol. Sci. 4 (4): 380- 387.
- Bandurska. H. and A. Stroinski. 2005. The effect of salicylic acid on barley response to water deficit. Acta. Physiol. Plant. 27: 379- 386.
- Dolatabadian, A., S.A.M. Modarres Sanavyi and K.S. Asilan. 2010. Effect of Ascorbic acid foliar application on yield, yield component and several morphological traits of grain corn under water deficit stress conditions. Not. Sci. Biol. 2 (3): 45- 50.
- El-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Reg. 45: 225- 215.
- Farouk, S. 2011. Ascorbic acid and α -tocopherol minimize salt-induced wheat leaf senescence. J. of Stress Physiol. and Biochem. 7 (3): 58- 79.
- Gheysari, M., S. M. Mirlatifi, M. Bannayan, M. Homae and G. Hoogenboom. 2009. Interaction of water and nitrogen on maize grown for silage. Agric. Water Manag. 96: 809- 821.
- Gopal, J. and K. Iwama. 2007. In vitro screening of potato against water stress mediated through sorbitol and polyethylene glycol. Plant Cell Reproduction. 26: 693- 700.
- Gusegnova, I. M., S. Y. Suleymanov and J. A. Aliyev. 2006. Protein composition and native state of pigments of thylakoid membrane of Wheat genotypes differently tolerant to water stress. Biochem. 71 (2): 173- 177.
- Haji Hassani Asl, N., A. Moradi Aghdam, H. Aliabadi Farahani, N. Hosseini and M. Rassaefar. 2011. Three forage yield and its components under water deficit condition on delay cropping in Khoy zone (Iran). Advance. Environ. Bio. 5 (5): 847- 852.
- Horemans, N., C. H. Foyer, G. Potters and H. Asard. 2000. Ascorbate function and associated transport system in plants. Plant Physiol. and Biochem. 38: 531- 540.
- Jiang, Y. and B. Huang. 2001. Drought and heat stress Injury to Two cool season Turf-grasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. Crop Sci. 41: 436- 442.
- Khan, A., M. S. Aqeel Amad, H. Athar, R. UR and M. Ashraf. 2006. Interactive effect of foliarly applied ascorbic acid salt stress on wheat (*Triticum aestivum* L.) at the seedling stage. J. of Botany. 38 (5): 1407- 1414.
- Ma, Q. Q., W. Wang, Y. H. LI, D. Q. Li and Q. Zou. 2006. Alleviation of photo inhibition in drought-stressed wheat (*Triticum aestivum*) by foliar applied glycinebetaine. J. Plant Physiol. 163: 165- 175.
- Miguel, A. J., M. Rosales, J. Ruiz, Hernandez, T. Soriano, N. Castilla and L. Romero. 2006. Antioxidant content and ascorbate metabolism in cherry tomato exocarp in relation to temperature and solar radiation. J. Sci. Food Agric. 86: 1545- 1551.
- Pignocchi, C., J. M. Fletcher, J. E. Wilkinson, J. D. Barnes and C. H. Foyer. 2003. Function of ascorbate oxidase in tobacco. Plant Physiol. 132: 1631- 1641.
- Rao, S. R., A. Qayyum, A. Razzaq, M. Ahmad, I. Mahmood and A. Sher. 2012. Role of foliar application of salicylic acid and L-tryptophan in drought tolerance of maize. The J. of Animal and Plant Sci. 22 (3): 768- 772.
- Rezaverdinejad, V., T. Sohrabi and A. M. Liaghat. 2006. Study of deficit irrigation effect on corn forage yield at its growth stage. 1th National Congress of Irrigation and Drainage Nets. Ahvaz. 13 PP.

- Sairam, A. K., P. S. Deshumk and D. S. Skukla. 1997. Tolerance of drought and temperature stress in relation to increased antioxidant enzyme activity in wheat. *Agron. and Crop Sci.* 178: 171- 187.
- Shakirova, F. M. and D. R. Sahabutdinova. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Sci.* 164: 317- 322.
- Shamsi, K. 2010. The effect of drought stress on yield and yield, relative water content, praline, soluble carbohydrate and chlorophyll of bread wheat cultivars. *J. Anim. Plant Sci.* 8 (3): 1051- 1060.
- Smirnoff, N. 2000. Ascorbic acid: metabolism and functions of a multi-facetted molecule. *Cur. Opinion Plant Biol.* 3: 229- 235.
- Tanaka, A. and R. Tanaka. 2006. Chlorophyll metabolism. *Plant. Bio.* 9: 248- 255.
- Taqi, A. K., M. Mazid and M. Firoz. 2011. A review of ascorbic acid potentialities against oxidative stress induced in plants. *J. of Agrobiolgy.* 28 (2): 97- 111.
- Ullah Khan, S., A. Bano, Ud. Di. Jalal and A. R. Gurmani. 2012. Absciscic acid and salicylic acid seed treatment as potent inducer of drought tolerance in wheat (*Triticum Aestivum* L.). *Pak. J. Bot.* 44: 43- 49.
- Xiao, X., X. Xu and F. Yang. 2008. Adaptive responses to progressive drought stress in two *Populus cothayana* populations. *Silva Fennica.* 42: 705- 719.

The effect of salicylic acid and ascorbic acid foliar application on forage yield, RWC and leaf chlorophyll of corn under drought stress

N. Haji Hassani Asl¹, F. Farahvash², M. Roshdi³, B. Mirshekari⁴, M. Gaffari⁵

Received: 2016-1-3 Accepted: 2016-2-25

Abstract

To study the effect of salicylic acid and ascorbic acid foliar application on yield and specification of corn under drought stress, an experiment was performed in Khoy during 2013-2014 as split plot on the basis of randomized complete blocks design in four replications. Main factor: drought stress through irrigation after 75 ± 5 and 150 ± 5 mm evaporation on Pan. Sub factor was including of foliar application of ascorbic acid and salicylic acid in 100, 200 and 300 mg.lit⁻¹ and control treatment (non-foliar application). Effect of year was significant only on RWC. Drought stress had significantly effect on fresh forage yield, chlorophyll a, b and chlorophyll a+b. Foliar application had significantly effect on all characters. Interactions effect of year and foliar application were significant on fresh forage yield and chlorophyll a. 100 mg.lit⁻¹ salicylic acid foliar application in 2013 with an average of 74.46 t ha⁻¹ and non-foliar application in 2014 with an average of 59.47 t ha⁻¹ had maximum and minimum of fresh forage yield. Maximum and minimum of chlorophyll a were in 300 mg.lit⁻¹ ascorbic acid foliar application in 2014 and non-foliar application in 2013. Interaction of drought stress and foliar application had only significantly effect on fresh forage yield. 100 mg.lit⁻¹ salicylic acid foliar application in normal irrigation treatment (80.82 t ha⁻¹) and non-foliar application in drought irrigation treatment (52.74 t ha⁻¹) produced maximum and minimum fresh forage yield, respectively.

Keywords: Chlorophyll a, chlorophyll b, fresh weight, irrigation, RWC

1- PhD Student of Agronomy, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

2- Department of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

3- Department of Agronomy and Plant Breeding, Khoy Branch, Islamic Azad University, Khoy, Iran

4 Department of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

5 Karaj Agriculture and Natural Resource Research Center of Plant and Seed, Karaj, Iran