اثرات محلول‌پاشی بنزیل آدنین بر برخی از خصوصیات کمی و کیفی ذرت هیبرید T.W.C.647 در شرایط قطع آبیاری در منطقه پاکدشت.

Effects of BA Foliar application on some qulity and quantity characteristics in hybrid Corn (*Zea mays* Var T.W.C.647) under cut irrigation in Pakdasht region.

مهدی باقری[۱]، محمد نصری[۲*]، میثم اویسی[۱].

۱- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا، ورامین، تهران، ایران.
۲- مرکز تحقیقات فنآوری‌های نوین تولید غذای سالم، واحد ورامین- پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی، ورامین، تهران، ایران.

*نویسنده مسوول مکاتبات: Dr.nasri@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۷/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲

چکیده

به منظور بررسی اثرات بنزیل آدنین بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت هیبرید T.W.C.647 در شرایط قطع آبیاری، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه ای در پاکدشت استان تهران در سال زراعی ۱۳۹۶ اجرا گردید. تیمارهای اصلی آزمایش عبارتند از: C_0 = آبیاری معمول C_1 = قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی C_2= قطع آبیاری در مرحله گلدهی C_3 = قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و تیمارهای فرعی تحقیق شامل محلول‌پاشی بنزیل آدنین: M_0 = شاهد (عدم کاربرد)؛ M_1 = ۱۰۰ پی‌پی‌ام؛ M_2= ۲۰۰ پی‌پی‌ام بود. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد قطع آبیاری موجب کاهش وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک شاخص برداشت، عملکرد پروتئین، درصد روغن، عملکرد روغن، کلروفیل a و کلروفیل b، محتوی نسبی آب برگ، گردید اما محلول‌پاشی بنزیل آدنین باعث افزایش صفات ذیل شد. بیش‌ترین میزان وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، درصد روغن و کلروفیل a به‌ترتیب با متوسط ۳۴۱/۱ گرم، (Kg.ha) ۸۹۸۲/۷، (Kg.ha) ۲۸۹۴۲/۲، ۶/۹۷ درصد و ۱/۹۴ اسپاد از تیمار آبیاری معمول و محلول‌پاشی ۲۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین به‌دست آمد که با تیمار C_0M_0, C_0M_2, C_1M_2 اختلاف معنی‌داری نداشت. بنابراین در شرایط قطع آبیاری محلول‌پاشی بنزیل آدنین با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی :ذرت، قطع آبیاری، محلول‌پاشی بنزیل آدنین، خصوصیات کمی و کیفی.

مقدمه

رشد قابل ملاحظه جمعیت جهان، به‌ویژه در کشورهای تازه توسعه یافته و در حال توسعه، نیاز به منابع غذایی را بیش از گذشته نمایان ساخته است. براساس آمار سازمان خواروبار و کشاورزی (فائو)، جمعیت انسان‌های گرسنه و مبتلا به سوء تغذیه به یک میلیارد نفر رسیده است (FAO, 2009). ذرت گیاهی از خانواده غلات با دوره رشد نسبتا کوتاه و عملکرد بالاست که در سطح جهان از نظر میزان تولید در واحد سطح بعد از گندم در رتبه دوم از نظر سطح زیر کشت بعد ازگندم و برنج مقام سوم را به خود اختصاص داده است. شناسایی مراحل مختلف رشد گیاه، کمک شایان توجهی به درک مقاطع و موقعیت‌های حساس رشد که طی آن، گیاه نیازمند توجه بیش‌تری است، می‌کند (خاوری خراسانی، ۱۳۸۷). گیاهان زراعی در طی دوره زندگی خود به‌طور مکرر با تنش رطوبتی مواجه می‌شوند، لیکن مراحل معینی از رشد از قبیل جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و گل‌دهی از بحرانی‌ترین مراحل مواجهه با خسارت‌های ناشی از تنش خشکی به‌شمار می‌آیند (کافی و رستمی، ۱۳۸۶). در خلال تنش رشد و تقسیم سلولی با شدت کمتری ادامه می‌یابد ولی پس از رفع تنش خشکی، افزایش رشد سلولی یا افزایش اندازه سلول با شدت بیش‌تری دنبال می‌شود (نصری و خلعتبری، ۱۳۹۵). مدارکی وجود دارد که نشان دهنده ارتباط بین تجمع پروتئین‌های تولید شده در اثر خشکی و سازگاری فیزیولوژیکی گیاهان نسبت به شرایط کمبود رطوبت است (Bray., 2007). علت کاهش میزان پروتئین‌های محلول در بافت‌های تنش دیده، علاوه بر جلوگیری از ساخته‌شدن پروتئین‌ها، افزایش فعالیت پروتئاز در جهت تجزیه پروتئین‌ها بوده که نتیجه آن افزایش تجمع اسیدهای آمینهٔ آزاد در برگ‌ها می‌باشد (Tanaka *et al*., 2008). محققان کلروفیل برگ را یکی از مهم‌ترین شاخص‌های نشان دهندهٔ فشارهای محیطی وارد بر گیاه دانسته و معتقدند مقدار کلروفیل در گیاهان تحت تنش، کاهش یافته و باعث تغییر در نسبت جذب نور و در نتیجه کاهش کل جذب نور توسط گیاه می‌شود (Zarco-Tejada *et al*., 2010)، پژوهشگران اعلام کردند که تنش خشکی به سبب اثر بازدارنده‌ای که بر میزان فتوسنتز برگ دارد سبب کاهش میزان بیوماس تولیدی در ذرت شیرین گردید که این امر در نهایت سبب کاهش عملکرد تولیدی شد (Refaat and Saleh, 2007). طی تحقیقات انجام شده روی ذرت، مشاهده شد در شرایط تنش آب، انتقال الکترون در فتوسیستم II ذرت مختل شده (Earl and Davis, 2009) و در این وضعیت، الکترون اضافی خارج شده از آب، باعث تولید اکسیژن فعال و در نتیجه خسارت به غشای سلولی به‌دلیل پراکسید شدن چربی‌ها، پروتئین‌ها و کاهش میزان کلروفیل گیاه می‌گردد (Parry *et al*, 2012).

هورمون ۶- بنزیل آدنین یا ۶- بنزیل آمینو پورین عمومی‌ترین هورمون رشد در گروه سیتوکینین‌ها می‌باشد. سایتوکینین یکی از مهم‌ترین هورمون‌های گیاهی در تنظیم فرآیندهای رشد و توسعه گیاه شامل تقسیم سلولی، تمایز، افزایش توسعه برگ و تحرک مواد غذایی در گیاهان زینتی است (Sakakibara *et al*., 2014). نتایج مطالعات نشان داد که بنزیل آدنین می‌تواند تولید و رشد پاجوش‌ها را بهبود بخشد (Dennis, 2015). کاربرد BA به‌صورت محلول‌پاشی روی برگ‌های گیاه زنبق رشتی نشان داده که این گروه از تنظیم کننده های رشد با تأثیر بر تقسیم سلولی، اندازه پاجوش‌ها و تحریک رشد جوانه‌های جانبی و تعداد پاجوش‌ها را افزایش می‌دهد (Amling *et al*., 2015). کاربرد این ترکیبات بر روی گیاهان خسارت تنش خشکی را کاهش داده، موجب بهبود جذب محلول و حفظ تورژسانس گلبرگ‌ها می‌شود هم‌چنین BA موجب کاهش سرعت تنفس، کاهش حساسیت به اتیلن و جلوگیری از تولید اتیلن می‌گردد (Sahi, 2009). یکی از مهم‌ترین اثرات سیتوکنین‌های مصنوعی و طبیعی تاخیر در پیری و تسریع انتقال موادغذایی و مواد آلی است (شکاری و همکاران، ۱۳۸۴).

کاربرد هورمون بنزیل‌آدنین باعث افزایش وزن برگ، تعداد برگ، سطح برگ و قطر ساقه در گیاه کروتون گردید (Ibrahim *et al*., 2010). بر اثر تنش محیطی کاهش در پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک و بالطبع آن کاهش سیتوکنین و زردی غیرقابل برگشت در نتیجهٔ از بین‌رفتن کلروفیل به‌وجود می‌آورد. کاتابولیسم بیش از آنابولیسم بوده و مقدار زیادی از متابولیت‌های محلول مختلف از برگ خارج شده به

بخش‌های دیگر گیاه انتقال می‌یابند (نصری و خلعتبری، ۱۳۹۶). بر اثر کم‌شدن فتوسنتز، شدت تنفس افزایش یافت و این امر موجب کاهش رشد گردید (Mok and Mok, 2011). پیش‌تیمار بذر توسط سیتوکنین باعث افزایش درصد جوانه‌زنی و سرعت رشد گیاهچه می‌شود، همچنین با افزایش فتوسنتز و با تاثیر بر روی روزنه‌ها، بر میزان تعرق می‌افزاید (Perveen *et al*., 2011). این محققان اثربخشی سیتوکنین را به‌علت تحریک جذب یون کلسیم در دیواره سلولی دانستند و نشان دادند که سیتوکنین‌های خاص در القای فسفوانول پیروات کربوکسیلاز [آنزیم کلیدی در متابولیسم اسید کراسولاسه (Cam)]، تجمع پرولین در گیاهان و PEPCase و کربونیک دی هیدروژناز در ذرت اثر موثری دارد (Rao *et al*., 2012). گزارش گردید در ریشه‌های گیاهچه‌های برنج ۳۰ ساعت بعد از تجربه‌کردن تنش خشکی، سطح سیتوکنین، ایزوپنتنیل آدنین+ ایزوپنتنیل آدنوزین و زآتین+ زآتین ریبوزید در شیره آوند چوبی کاهش و بعد از آب‌دهی مجدد و رفع تنش، مجدد میزان این هورمون‌ها افزایش یافت (قاسمی گلعذانی و همکاران، ۱۳۹۲).

تحقیق فوق با هدف بررسی اثرات هورمون بنزیل‌آدنین در کاهش تنش قطع آبیاری بر برخی خصوصیات کمی و کیفی ذرت در منطقه پاکدشت انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور تاثیر محلول‌پاشی بنزیل آدنین در تیمارهای مختلف قطع آبیاری بر برخی خصوصیات کمی و کیفی گیاه ذرت دانه‌ای T.W.C 647 در مزرعه‌ای واقع در پاکدشت به‌صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، در تاریخ ۲۰ فروردین ۱۳۹۶ اجرا شد. تیمارهای اصلی آزمایش شامل تیمارهای قطع آبیاری: S_0 = آبیاری معمول، S_1 = قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی، S_2= قطع آبیاری در مرحله گلدهی، S_3 = قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و تیمار های فرعی تحقیق شامل محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین در سه سطح: M_0 = شاهد (عدم کاربرد)، M_1 = ۱۰۰ پی‌پی‌ام، M_2 = ۲۰۰ پی‌پی‌ام بود. هر تکرار شامل ۱۲ تیمار و هر تیمار شامل شش خط کاشت به طول پنج متر که نیم متر اول و آخر و خطوط کاشت یک و شش به‌عنوان حاشیه، خط دوم برای نمونه برداری، خط سوم به‌عنوان حاشیه عملکرد و خط چهار و پنج به‌عنوان مساحت برداشت (شش مترمربع) در نظر گرفته شد، فاصله روی خطوط ۲۰ سانتی‌متر و فاصله بین خطوط ۷۵ سانتی‌متر بود. کشت بذر با دست انجام‌گرفت. در مرحله چهار برگی، تنک و واکاری انجام شد و یک بوته باقی ماند. اولین آبیاری بلافاصله بعد ازکاشت و دومین آبیاری بعد سبز شدن و آبیاری‌های بعدی تا زمان اعمال تیمارهای تنش، بسته به شرایط آب و هوایی انجام گرفت. اولین محلول‌پاشی بنزیل آدنین در سطوح مختلف، در مرحله شش تا هشت برگی و دومین مرحله محلول‌پاشی قبل از شروع ساقه‌دهی انجام شد. صفات مورد بررسی در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک اندازه گیری شدند.

وزن هزار دانه: پس از قراردادن دانه‌ها در دستگاه خشک‌کن و اندازه گیری رطوبت آن‌ها با رطوبت سنج و رسیدن رطوبت دانه‌ها به ۱۴ درصد پنج نمونه ۱۰۰۰ تایی توسط دستگاه بذر شمار شمرده شده و وزن آن اندازه گرفته‌شد و پس از میانگین‌گیری وزن هزار دانه در هر تیمار مشخص گردید. **عملکرد دانه:** با در نظر گرفتن نیم متر حاشیه از هر خط تمامی بلال‌های خطوط عملکرد پس از برداشت بسته‌بندی و شماره‌گذاری شد و پس از جداکردن دانه‌ها از بلال به‌صورت دستی و توزین، عملکرد دانه در هر کرت فرعی برحسب کیلوگرم بر هکتار محاسبه شد. **عملکرد بیولوژیک:** در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی دانه، از دو خط وسط هر کرت آزمایشی پنج بوته انتخاب و پس از جداکردن بلال، این اجزای در آنها شمارش شد. از پنج بوته انتخاب شده طبق روش فوق ساقه‌ها و برگ‌ها تفکیک گردید و به‌طور مجزا در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت در داخل دستگاه آون خشک شدند و سپس توزین گردید. آنگاه با توجه به مساحت برداشت بر حسب کیلوگرم در هکتار تعمیم داده شد. **شاخص برداشت:** از تقسیم عملکرد اقتصادی بر عملکرد بیولوژیک گیاه در هر کرت فرعی محاسبه شد.

$$HI = GY/BY * 100$$

GY: عملکرد اقتصادی (دانه) BY: عملکرد بیولوژیک (وزن کل بوته + دانه)

اندازه‌گیری درصد پروتئین دانه و عملکرد پروتئین دانه (Kg.ha): درصد پروتئین نمونه‌ها در آزمایشگاه به روش کجلدال تعیین شد. عملکرد پروتئین در واحد سطح نیز از حاصلضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین بر حسب کیلوگرم بر هکتار به‌دست آمد (نصری و خلعتبری، ۱۳۹۶).

اندازه گیری درصد روغن وعملکرد روغن دانه (Kg.ha): درصد روغن نمونه‌ها در آزمایشگاه به‌روش NMR تعیین گردید. عملکرد روغن در واحد سطح نیز از حاصلضرب عملکرد دانه در درصد روغن بر حسب کیلوگرم بر هکتار به دست آمد. **اندازه گیری میزان کلروفیل a و b:** با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر براساس واحد SPAD انجام شد. **هدایت الکتریکی:** پس از اعمال هر مرحله تنش با تهیه دیسکت از برگ از هر تیمار و قراردادن آن در آب مقطر به‌مدت هشت ساعت و در نهایت اندازه‌گیری Ec محلول به جا مانده، پایداری غشای سلول اندازه‌گیری شد (نصری و خلعتبری، ۱۳۹۶).

درپایان آزمایش ؛ نتایج هر یک از تیمارها بعد از تعمیم دادن به واحد هکتار به کمک نرم افزار رایانه‌ای SPSS تجزیه واریانس شد و مقایسه میانگین داده‌ها باکمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطوح یک و پنج درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

وزن هزار دانه

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس وزن هزار دانه تحت تاثیر اثرات ساده تیمار قطع آبیاری و محلول‌پاشی بنزیل آدنین و تاثیرات متقابل تیمار قطع آبیاری و محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین قرارگرفت و اختلافات به وجود آمده از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول یک). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل داده‌ها نشان داد که بالاترین میزان وزن هزار دانه را تیمار آبیاری معمول و محلول‌پاشی ۲۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل‌آدنین با ۳۴۱/۴ گرم به خود تخصیص داد که با تیمارهای C_0M_0,C_0M_2,C_1M_2 اختلاف معنی‌داری نداشت و همگی در کلاس آماری a قرارگرفتند و کمترین وزن هزار دانه را تیمار قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و عدم محلول‌پاشی (شاهد) با ۲۵۱/۴ گرم به خود تخصیص داد (جدول دو).

به‌نظر می‌رسد تعرق با افزایش دما بیشتر می‌شود و در شرایط تنش خشکی نسبت تعرق به جذب آب افزایش یافت و از درصد حجم مواد فتوسنتزی انتقالی به دانه و بازده فتوسنتز کاسته شد و اندازه دانه به‌عنوان مخزن فیزیولوژیکی کاهش یافت و وزن هزار دانه کم گردیدد. نتایج این تحقیق نشان داد بیش‌ترین اثر تنش خشکی بر وزن هزار دانه در طی پر شدن دانه دیده شد. به‌دلیل کوتاه‌تر شدن طول دوره پر شدن دانه، وزن نهایی کاهش محسوسی داشت، اما با مصرف بنزیل‌آدنین گیاه به‌خوبی توانست از اثرات منفی تنش بکاهد و با افزایش پایداری غشای سلولی دوره رشدی را طولانی‌تر نماید و با طولانی‌تر شدن دوره پر شدن دانه، وزن دانه و در نهایت وزن هزار دانه افزایش یابد. با توجه به گزارش‌های متعدد در خصوص تاثیر سیتوکنین بر فتوسنتز جاری گیاه، می‌توان نتیجه گرفت محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین از طریق افزایش فتوسنتز جاری و انتقال مواد به دانه ها باعث افزایش وزن هزار دانه در این تحقیق شد که با تحقیقات عبدالجلیل و همکاران (Abdul Jaleel *et al*, 2007) مشابهت دارد.

عملکرد دانه

عملکرد دانه مهم‌ترین جزو تحقیقاتی در هر آزمایش است و قطع آبیاری از طریق تاثیر بر اجزای عملکرد اثرات منفی بر عملکرد دانه می‌گذارد؛ اما با استفاده از موادی که تحمل گیاه را در مراحل مختلف قطع آبیاری افزایش می‌دهد تا حدودی زیادی از اثرات منفی تنش می‌کاهد. نتایج داده‌ها مشخص نمود که عملکرد دانه تحت تاثیر اثرات ساده قطع آبیاری و محلول‌پاشی بنزیل آدنین و اثرات متقابل تیمارهای مورد آزمایش قرارگرفت و اختلافات به‌وجود آمده از نظر آماری در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول یک). نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیش‌ترین میزان عملکرد دانه از تیمار آبیاری معمول و محلول‌پاشی ۲۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل‌آدنین با ۸۹۸۲/۷ کیلوگرم

در هکتار به‌دست آمد که با تیمارهای C_0M_1, C_0M_1, C_1M_2 اختلاف معنی‌داری نداشت و هر چهار تیمار در کلاس آماری a جای گرفتند. کم‌ترین میزان عملکرد دانه را تیمار قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و شاهد (عدم محلول‌پاشی) با ۳۴۲۷/۴ کیلوگرم در هکتار به‌دست آورد که اختلاف ۶۱/۸ درصدی بین تیمار اول و آخر مشهود است (جدول دو). مطالعات محققان نشان داد تنش خشکی در مرحله رشد زایشی موجب کاهش عملکرد دانه می‌شود، قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی باعث افزایش سقط جنین در دانه گرده شد و در مرحله تلقیح دانه گرده، موجب کاهش شدید فتوسنتز افزایش ABA و کاهش بارگیری آسیمیلات‌ها گشت در نهایت با سقط جنین و کاهش عملکرد همراه است (Baghri Zadeh *et al*, 2012) که در این تحقیق کاملا مشهود است. به‌نظر می‌رسد کاربرد بنزیل‌آدنین در شرایط آبیاری معمول موجب افزایش انتقال مواد پرورده به دانه‌ها شد و در شرایط قطع آبیاری از طریق افزایش پایداری غشای سلولی، بالابردن پتانسیل آب برگ، افزایش میزان فتوسنتز جاری گیاه ناشی از افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو (Varshney and Anis, 2011) و میزان کلروفیل و بالابردن میزان انتقال مواد پرورده به دانه مانع از کاهش عملکرد دانه گردید که با نتایج تحقیقات ژانگ و همکاران (Zhang *et al*., 2006) مطابقت دارد. در این تحقیق تیمار محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین با تحت تاثیر قراردادن صفات مختلف فیزیولوژیک و افزایش میزان کلروفیل و پروتئین محلول، تحمل گیاه را در برابر تنش کم آبی افزایش داده و از افت عملکرد تا حدود زیادی جلوگیری نمود.

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات کمی تحت تاثیر محلول‌پاشی بنزیل آدنین در شرایط قطع آبیاری.

Table 1: Analysis of variance quantity characteristics at AB foliar application under cut irrigation condition.

			میانگین مربعات M.S				
S.O.V	منبع تغییرات	درجه آزادیdf	وزن هزار دانه T.G.W	عملکرد دانه G.Y	عملکرد بیولوژیک B.Y	شاخص برداشت HI	هدایت الکتریکی Ec
Block	بلوک	2	4126.09^{ns}	29578258.6^{ns}	89646391.26^{ns}	298.09^{ns}	2.14^{ns}
Cut Irr(A)	قطع آبیاری	3	8943.28^{*}	574326195.15^{**}	1207623129.27^{**}	702.19^{*}	15.95^{*}
Error A	خطای A	6	1686.72	26546783.95	69097543.31	118.35	2.37
AB(B)	بنزیل‌آدنین	2	2983.95^{ns}	91834609.26^{*}	412098182.79^{*}	1136.28^{*}	21.28^{*}
A*B	قطع آبیاری*بنزیل‌آدنین	6	15803.25^{*}	381594697.42^{**}	918324674.11^{**}	1342.72^{*}	109.64^{**}
Error B	خطای B	16	2102.31	17658096.54	57095482.07	198.02	3.24
C.V(%)	ضریب تغییرات		8.56	13.98	17.35	7.21	11.05

ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

ns, *, **: Not significant, significant at 5 % and 1 % levels of probability, respectively

عملکرد بیولوژیک

نتایج نشان داد اثرات ساده قطع آبیاری و محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین و تاثیرات متقابل تیمارها بر عملکرد بیولوژیک تاثیر معنی‌داری داشت و اختلافات به‌وجود آمده در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول یک). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بالاترین میزان عملکرد بیولوژیک را تیمار آبیاری معمول و محلول‌پاشی ۲۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل‌آدنین با ۲۷۱۸۷/۸ کیلوگرم در هکتار به‌دست آورد و کم‌ترین میزان عملکرد بیولوژیک را تیمار قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه و عدم محلول‌پاشی (شاهد) با متوسط ۱۵۱۴۱/۶۱ کیلوگرم در هکتار به‌خود اختصاص داد (جدول دو). به‌نظر می‌رسد محلول‌پاشی بنزیل آدنین می‌تواند عملکرد بیولوژیک را با توجه به ارتفاع گیاه و سطح برگ افزایش دهد. تحت تنش کمبود آب، عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک به‌وسیله عوامل مختلفی مانند سرعت رشد گیاه، اندازه برگ، مقاومت هیدرولیکی ریشه و تبخیر و سپس تغییرات شاخص برداشت تأثیر می‌پذیرد. تنش خشکی احتمالاً باعث کاهش سطح برگ و در نتیجه کاهش جذب نور خورشید، کاهش میزان و سرعت تجمع ماده خشک شده و در نهایت باعث کاهش عملکرد بیولوژیک

گردید، که با نتایج آزمایشات پورموسوی و همکاران، (۱۳۸۶) مطابقت دارد. در این تحقیق کاربرد بنزیل‌آدنین از طریق کاهش آسیب اکسیداتیو به سیستم فتوسنتزی کلروپلاست و کلروفیل گیاه سبب افزایش میزان تولید مواد فتوسنتزی شد و از این رو در شرایط قطع آبیاری نیز توانست از کاهش وزن بوته جلوگیری نماید (Perveen *et al.*, 2011).

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که شاخص برداشت تحت تاثیر اثرات ساده قطع آبیاری و اثرات متقابل قطع آبیاری و محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین قرارگرفت و اختلافات به وجود آمده از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول یک). نتایج اثرات متقابل نشان داد که تیمارهای آبیاری معمول و تمام سطوح محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین و قطع آبیاری در مرحله ساقه‌دهی و تمام سطوح بنزیل‌آدنین اختلاف اندکی با هم داشتند و همگی در سطح a جای گرفتند؛ که بیش‌ترین میزان شاخص برداشت از تیمار آبیاری معمول و عدم محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین به دست آمد و کم‌ترین میزان از تیمار قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه و محلول‌پاشی ۱۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین حاصل شد البته تمامی سطوح قطع آبیاری در مرحله گلدهی و پرشدن دانه در تمامی سطوح محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین در کلاس آماری b جای گرفتند (جدول دو). در این تحقیق نیز با وجود تنش کمبود آب در دوره‌های مختلف رشد رویشی و رشد زایشی، کاربرد بنزیل‌آدنین توانست میزان شاخص برداشت را تحت تاثیر قراردهد که نشانگر افزایش فتوسنتز و تولید آسیمیلات نسبت به کانوپی در شرایط تنش است.

هدایت الکتریکی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده قطع آبیاری و محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین و اثرات متقابل آنها بر هدایت الکتریکی از نظر آماری تاثیر معنی‌دار داشت و اختلافات به‌وجود آمده از نظر آماری در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول یک). نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بالاترین و پایین‌ترین میزان هدایت الکتریکی به‌ترتیب از تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی و شاهد با ۳۹۲/۶۷ میکروموس بر سانتی‌متر و آبیاری معمول و محلول‌پاشی ۲۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل‌آدنین با ۱۳۹/۲ میکروموس بر سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول دو). هدایت الکتریکی میزان جا به جا شدن مواد بین دیواره سلولی و محیط اطراف را نشان می‌دهد، با نگاهی به نتایج چنین استنباط کرد با محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین بر میزان اسیدآمینه و در نهایت پروتئین سلول افزوده شد و میزان غشای پروتئینی و فسفولیپیدی غشای سلولی از پایداری بیش‌تری برخوردار بود و مانع نشت مواد به بیرون گردید، با برور تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه که برگ‌ها رو به پیری هستند قادر به بازسازی دیواره‌های سلولی آسیب دیده نیستند و غشای سلولی، پایداری لازم را ندارد، بهمین خاطر بالاترین میزان هدایت الکتریکی در تیمار قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه و شاهد دیده شد، در این تحقیق مشاهده شد در تیمارهایی که محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین وجود داشت حتی در شرایط تنش در مرحله گلدهی و پر شدن دانه دیواره سلولی تحمل بیش‌تری از خود نشان داد.

درصد پروتئین

تغییرات درصد پروتئین دانه ملاک قریب به یقینی از افزایش یا کاهش انتقال نیتروژن به گیاه است. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که درصد پروتئین تحت تاثیر اثرات ساده تیمار آبیاری قرارگرفت و اختلافات به وجود آمده در سطح پنج درصد معنی‌دار بود، اما محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین بر درصد پروتئین تاثیر معنی‌داری نداشت هر چند اختلافاتی دیده شد، اما از لحاظ آماری معنی‌دار نبود، اثرات متقابل تیمارهای قطع آبیاری و محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین بر درصد پروتئین در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول سه). نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بالاترین میزان درصد پروتئین از تیمار قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و ۲۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل‌آدنین با ۱۱/۴۱ درصد به دست آمد و کمترین میزان را تیمار آبیاری معمول و شاهد با ۹/۶۱ درصد به‌خود اختصاص داد (جدول چهار). در واقع تمام تیمارهای قطع آبیاری و محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین بالاترین سطح درصد پروتئین را به‌دست آوردند

و تیمار آبیاری معمول در سطوح مختلف محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین، کمترین میزان درصد پروتئین را به خود اختصاص داد. به‌نظر می‌رسد علت افزایش میزان پروتئین دانه در تنش خشکی تاثیر کمتر تنش بر کارآیی نیتروژن در مقایسه با ماده خشک است. یکی دیگر از دلایل افزایش درصد پروتئین در شرایط تنش، انباشت پروتئین‌های شوک حرارتی در دانه‌های در حال رشد و رسیده است. رادیکال‌های آزاد اکسیژن تولید شده طی مراحل قطع آبیاری به‌علت میل ترکیبی زیادی که با پروتئین و لیپیدها دارند باعث تخریب غشای سلولی، اسیدهای نوکلئیک و پروتئین‌های سلول شدند، استفاده از بنزیل آدنین در این شرایط سبب افزایش محتوی پروتئین برگ‌ها شد و در بوته‌هایی که در معرض تنش قرار نگرفتند موجب افزایش پروتئین محلول شده در شرایط تنش اثر سیتوکنین به‌صورت غیرمستقیم مانع از تخریب پروتئین‌ها توسط رادیکال‌های اکسیژن شد، البته محققان عنوان داشتند که اثرات افزایشی بنزیل‌آدنین بر رشد، با افزایش محتوای نسبی پروتئین در گیاه همراه است و این امر موجب افزایش فعالیت فتوسنتزی بیشتر گردید (نصری و خلعتبری، ۱۳۹۶) و از طرف دیگر منجر به افزایش نیترات‌ریوکتاز در شرایط خشکی شد، همچنین وجود سیتوکنین با جلوگیری از فعالیت ریبونوکلئاز تخریب پروتئین‌ها و مرگ سلولی را به‌تاخیر انداخت (Perveen *et al*., 2011) که در این تحقیق کاملا مشهود است.

جدول ۲: مقایسه میانگین اثرات متقابل محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین در شرایط قطع آبیاری بر خصوصیات کیفی ذرت دانه‌ای.

Table 2: Compares the average effect AB foliar application undercut irrigation on quality characteristics corn.

Treatment	تیمار	وزن هزار دانه T.C.W (gr)	عملکرد دانه G.Y (Kg.ha)	عملکرد بیولوژیک B.Y (Kg.ha)	شاخص برداشت HI (%)	هدایت الکتریکی EC (µmos.cm)
(C_0 M_0)	آبیاری معمول* شاهد	328.9 ^{ab}	7968.3 ^{b}	23432.1^{c}	34.0 ^{a}	192.8 ^{d}
(C_0 M_1)	آبیاری معمول* بنزیل آدنین۱۰۰ p.p.m	337.8 ^{a}	8849.4 ^{a}	26182.7 ^{b}	33.8 ^{a}	157.3 ^{de}
(C_0 M_2)	آبیاری معمول* بنزیل آدنین۲۰۰ p.p.m	341.4 ^{a}	8982.7 ^{a}	28942.2 ^{a}	31.1 ^{a}	139.2 ^{e}
(C_1 M_0)	قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی* شاهد	311.8 ^{bc}	6789.2 ^{c}	21817.1^{d}	31.1 ^{a}	311.6 ^{bc}
(C_1 M_1)	قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی* بنزیل آدنین۱۰۰ p.p.m	322.9 ^{b}	7937.3^{b}	23484.7^{c}	33.8 ^{a}	268.4^{bcd}
(C_1 M_2)	قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی* بنزیل آدنین۲۰۰ p.p.m	331.7 ^{ab}	8497.2^{ab}	26546.8 ^{b}	32.0 ^{a}	226.7^{cd}
(C_2 M_0)	قطع آبیاری در مرحله گلدهی* شاهد	298.8 ^{c}	4391.6 ^{efg}	16126.1 ^{f}	27.3 ^{b}	387.9 ^{a}
(C_2 M_1)	قطع آبیاری در مرحله گلدهی* بنزیل آدنین۱۰۰ p.p.m	313.9 ^{bc}	5018.2 ^{def}	20473.9 ^{de}	24.5^{b}	329.6 ^{b}
(C_2 M_2)	قطع آبیاری در مرحله گلدهی* بنزیل آدنین۲۰۰ p.p.m	326.4 ^{ab}	5732.4 ^{d}	21843.7 ^{d}	26.2 ^{b}	314.7^{bc}
(C_3 M_0)	قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه * شاهد	251.4 ^{d}	3427.4 ^{g}	15141.6 ^{f}	22.6 ^{b}	392.7 ^{a}
(C_3 M_1)	قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه* بنزیل‌آدنین۱۰۰ p.p.m	293.8 ^{c}	4311.7 ^{efg}	19471.8 ^{e}	22.1^{b}	338.9 ^{b}
(C_3 M_2)	۲طع آبیاری در مرحله پرشدن‌دانه* بنزیل آدنین۲۰۰ p.p.m	314.3 ^{c}	4892.6 ^{ef}	20153.9 ^{de}	24.3 ^{b}	321.4 ^{b}

Normal Irr (C_0), Cut irr in stem stage(C_1), Cut irr in flowering stage(C_2), Cut irr in filling stage(C_3), Control(M_0), AB 100p.p.m(M_1), AB 200 p.p.m(M_2).

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند، اختلاف آماری معنی‌داری در آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند

Averages that at least one letters in common, a significant difference in Duncan's multiple range test have five percent

عملکردپروتئین

نتایج نشان داد که اثرات ساده تیمار قطع آبیاری و محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین و تاثیرات متقابل تیمارها بر عملکرد پروتئین تاثیر معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد داشت (جدول سه). نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بالاترین میزان عملکرد پروتئین از تیمار آبیاری معمول و مصرف ۲۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل‌آدنین با ۸۹۵/۵ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که با تیمارهای C_0M_1, C_1M_2, C_1M_1 در یک کلاس آماری جای گرفتند و کم‌ترین میزان را تیمار قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه و شاهد با ۳۸۶/۹ کیلوگرم در هکتار به‌خود اختصاص داد، سیتوکنین‌ها از طریق افزایش میزان فتوسنتز جاری و افزایش انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی به ریشه سبب بهبود تثبیت نیتروژن

در گیاه شد و میزان پروتئین محلول برگ را افزایش داد و عملکرد پروتئین نیز افزایش یافت.

جدول ۳: تجزیه واریانس صفات کیفی تحت تاثیر محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین در شرایط قطع آبیاری.

Table 4: Analysis of variance quality characteristics at AB foliar application undercut irrigation condition.

			میانگین مربعات M.S					
S.O.V	منبع تغییرات	درجه آزادیdf	درصد پروتئین P.p	عملکرد پروتئین P.Y	درصد روغن O.p	عملکرد روغن O.Y	کلروفیل a Chl.a	کلروفیل b Chl.b
Block	بلوک	2	3.42^{ns}	246325.1^{ns}	8.43^{ns}	40842.12^{ns}	0.0021^{ns}	0.0006^{ns}
Cut Irr(A)	قطع آبیاری	3	15.62^{**}	1126307.11^{*}	26.72^{*}	2102124.3^{*}	0.0021^{ns}	0.0032^{*}
Error A	خطای A	6	2.38	153671.8	3.91	25813.6	0.0036	0.009
AB(B)	بنزیل آدنین	2	6.84^{ns}	1316275.14^{*}	14.31^{ns}	716323.24^{**}	0.0322^{*}	0.0095^{*}
A*B	بنزیل آدنین*قطع آبیاری	6	19.98^{*}	6274561.27^{**}	163.25^{**}	921567.7^{**}	2.32^{**}	0.396^{**}
Error B	خطای B	16	3.21	189682.43	4.73	38461.25	0.0067	0.0016
C.V(%)	ضریب تغییرات		6.09	10.37	5.62	9.41	3.89	3.27

ns، * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می باشند.

ns, *, **: Not significant, significant at 5 % and 1 % levels of probability, respectively

درصد روغن

درصد روغن یکی از مهم‌ترین صفات گیاه ذرت است. تنش خشکی اثر منفی بر میزان روغن دارد. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که درصد روغن تحت تاثیر تیمار قطع آبیاری قرارگرفت و اختلاف به وجود آمده در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول سه). درصد روغن تحت تاثیر تیمار محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین قرارنگرفت و اختلافات به‌وجود آمده از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول سه). نتایج نشان داد اثرات متقابل تیمار قطع آبیاری و محلول‌پاشی بنزیل آدنین بر درصد روغن تاثیر معنی‌داری داشت و اختلافات به وجود آمده از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول سه). بالاترین درصد روغن از تیمار آبیاری معمول و تیمارهای محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین به‌دست آمد و کم‌ترین میزان درصد روغن از تیمار قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و شاهد با ۵/۰۲ درصد حاصل شد. نتایج نشان داد که درصد روغن در نتیجه توقف آبیاری در تمامی مراحل رشدی کاهش یافت. تنش موجب کاهش فعالیت برگ‌ها و پیری زودرس آنها و تاثیر نهایی در کاهش درصد روغن دانه گردید. همچنین اعمال تنش در زمان رشد رویشی و زایشی از میزان درصد روغن دانه کاست. در شرایط قطع آبیاری محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین با افزایش تولید آسیمیلات از طریق افزایش کلروفیل در برگ باعث افزایش درصد روغن دانه گردید که در این تحقیق کاملا مشهود است.

عملکرد روغن

داده‌ها نشان داد عملکرد روغن تحت تاثیر اثرات ساده قطع آبیاری و محلول‌پاشی بنزیل آدنین و اثرات متقابل آنها قرار-گرفت و اختلافات به‌وجود آمده از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول سه). بالاترین میزان عملکرد روغن از تیمار آبیاری معمول و محلول‌پاشی ۲۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین با ۶۲۶/۱ کیلوگرم در هکتار حاصل شد که با تیمارهای C_0M_1, C_1M_2 اختلاف معنی‌داری نداشت و همگی در یک کلاس آماری جای‌گرفتند و کمترین میزان عملکرد روغن را تیمار قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و شاهد با ۱۷۲/۱ کیلوگرم در هکتار به‌خود اختصاص داد که کاهش ۷۲ درصدی مشهود است (جدول چهار). روند تغییرات عملکرد روغن با افزایش عملکرد دانه افزایش یافت. گزارشات نشان داد که در اثر تنش خشکی طول دوره زایشی کاهش داشت، از آن جایی که در اثر تنش قدرت مخزن کاهش یافت، مقدار آسمیلات مصرفی جهت سنتز چربی‌ها کم و از میزان روغن دانه کاسته شد، از طرفی درصد روغن صفت کمی است که با تعداد زیادی ژن کنترل می‌گردد، بنابراین احتمال می‌رود که تعدادی از ژن‌های کنترل کننده این صفت در اثر تنش آسیب ببینند (Karimzadeh-Asl *et al*.,

(2003). نتایج این آزمایش مشخص کرد که با محلول‌پاشی بنزیل آدنین به‌دلیل حرکت مستقیم مواد غذایی به دانه، افزایش روغن در تیمارهای محلول‌پاشی و همچنین باعث دوام سطح برگ گردید، بنابراین موجب حفظ منبع فتوسنتزی گردید تا مقدار آسمیلات‌ها جهت سنتز چربی در حد مطلوبی باقی بماند و میزان روغن تیمارهای تنش و دارای بنزیل‌آدنین کمتر کاهش یابد با نتایج راضی و همکاران (۱۳۸۳) که صفات مرتبط با مرحله زایشی گیاه بیشتر تحت تاثیر خشکی قرار می‌گیرند، مطابقت می‌کند.

کلروفیل a

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که میزان کلروفیل a تحت تاثیر اثرات ساده تیمار قطع آبیاری و اثرات متقابل قطع آبیاری و محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین قرارگرفت و اختلافات به‌وجود آمده در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار بود (جدول سه). اما محلول‌پاشی بنزیل آدنین اثر معنی‌داری بر میزان کلروفیل a نداشت. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بالاترین میزان کلروفیل a متعلق به تیمار آبیاری معمول و محلول‌پاشی ۲۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین با متوسط Spad ۱/۹۴ بود که با تیمار آبیاری معمول و محلول‌پاشی ۱۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل‌آدنین اختلاف معنی‌داری نداشت و هر دو تیمار در کلاس آماری a جای گرفتند. کمترین میزان کلروفیل a از تیمار قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و شاهد با Spad ۱/۱۱ مشاهده شد. (جدول چهار) تنش کمبود آب سبب افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن در کلروپلاست شده و تخریب مولکول کلروفیل و غشای کلروپلاست را در پی داشت که خود منجر به کاهش فتوسنتز و رشد گردید. درگیاهان تنـــش دیده کاهش معنی‌داری در محتوای کلروفیل مشاهده شد. تخریب مولکول کلروفیل به‌وسیله جداشدن زنجیره فیتولی از حلقه پورفیرین در اثر رادیکال‌های آزاد اکسیژن و یا آنزیم کلروفیلاز صورت می‌گیرد. در گیاهان حساس تجلی ژن‌های کدکننده آنزیم کلروفیلاژ افزایش می‌یابد (Benedett and Arruda, 2012). بنزیل‌آدنین به‌دلیل این که جزو سیتوکنین ها هستند خود از تخریب کلروفیل جلوگیری کرده به‌طور غیرمستقیم سبب افزایش آن در هر دو گیاهان تنش دیده و گیاهان معمول می‌شوند (Dennis, 2015).

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات متقابل محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین در شرایط قطع آبیاری برصفات کیفی ذرت دانه‌ای.

Table 4: Compares the average effect AB foliar application undercut irrigation on quantity characteristics corn.

Treatment	تیمار	درصد پروتئین (%)	عملکرد پروتئین (Kg.ha)	درصد روغن (%)	عملکرد روغن (Kg.ha)	کلروفیل a (Spad)	کلروفیل b (Spad)
(C_0 M_0)	آبیاری معمول* شاهد	9.61 ^{b}	765.7 ^{b}	6.82 ^{a}	543.5 ^{b}	1.63 ^{b}	0.89 ^{b}
(C_0 M_1)	آبیاری معمول* بنزیل آدنین ۱۰۰ p.p.m	9.84 ^{b}	870.8 ^{a}	6.93 ^{a}	613.3 ^{a}	1.89 ^{a}	0.94 ^{a}
(C_0 M_2)	آبیاری معمول* بنزیل آدنین ۲۰۰ p.p.m	9.97 ^{ab}	895.5 ^{a}	6.97 ^{a}	626.1 ^{a}	1.94 ^{a}	0.98 ^{a}
(C_1 M_0)	قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی* شاهد	10.18 ^{ab}	691.1 ^{c}	6.42 ^{ab}	436.0 ^{c}	1.32^{cd}	0.72 ^{c}
(C_1 M_1)	قطع آبیاری در ساقه دهی* بنزیل آدنین ۱۰۰ p.p.m	10.37 ^{ab}	823.1 ^{a}	6.64 ^{ab}	527.1 ^{b}	1.42 ^{c}	0.83 ^{b}
(C_1 M_2)	قطع آبیاری در ساقه دهی* بنزیل آدنین ۲۰۰ p.p.m	10.44 ^{ab}	887.1 ^{a}	6.69 ^{ab}	568.5 ^{ab}	1.47^{c}	0.89 ^{b}
(C_2 M_0)	قطع آبیاری در مرحله گلدهی* شاهد	11.15 ^{a}	489.6 ^{e}	5.86 ^{b}	257.4 ^{de}	1.26 ^{de}	0.61 ^{e}
(C_2 M_1)	قطع آبیاری در گلدهی* بنزیل آدنین ۱۰۰ p.p.m	11.49 ^{a}	576.7 ^{d}	6.11 ^{b}	306.6 ^{d}	1.35^{cd}	0.64 ^{d}
(C_2 M_2)	قطع آبیاری در گلدهی* بنزیل‌آدنین ۲۰۰ p.p.m	11.56 ^{a}	662.6 ^{c}	6.22 ^{ab}	356.5 ^{cd}	1.38 ^{cd}	0.74 ^{c}
(C_3 M_0)	قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه * شاهد	11.29 ^{a}	386.9 ^{f}	5.02 ^{c}	172.1 ^{f}	1.11 ^{f}	0.45 ^{f}
(C_3 M_1)	قطع آبیاری در پرشدن دانه* بنزیل آدنین ۱۰۰ p.p.m	11.32 ^{a}	488.1 ^{e}	5.61 ^{bc}	236.3 ^{def}	1.18 ^{ef}	0.57^{ef}
(C_3 M_2)	قطع آبیاری در پرشدن دانه* بنزیل آدنین ۲۰۰ p.p.m	11.47 ^{a}	558.3 ^{d}	5.83 ^{b}	285.3 ^{de}	1.21^{def}	0.69 ^{de}

Normal Irr (C_0), Cut irr in stem stage(C_1), Cut irr in flowering stage(C_2), Cut irr in filling stage(C_3), Control(M_0), AB 100p.p.m(M_1), AB 200 p.p.m(M_2).

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند، اختلاف آماری معنی‌داری در آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Averages that at least one letters in common, a significant difference in Duncan's multiple range test have five percent.

کلروفیل b

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که میزان کلروفیل b تحت تاثیر اثرات ساده تیمار قطع آبیاری و محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین واثرات متقابل آنها قرارگرفت و اختلافات به‌وجود آمده در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار بود (جدول سه). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بالاترین میزان کلروفیل b که در کلروفیل متر قرائت شد متعلق به تیمار آبیاری معمول و محلول‌پاشی ۲۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل‌آدنین با متوسط ۰/۹۸ Spad بود که با تیمار آبیاری معمول و محلول‌پاشی ۱۰۰ پی‌پی‌ام بنزیل‌آدنین اختلاف معنی‌داری نداشت و در کلاس آماری a جای گرفتند. کم‌ترین میزان کلروفیل b از تیمار قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و شاهد با ۰/۴۵ Spad مشاهده شد. یکی از مهم‌ترین شاخصه‌های نشان دهنده فشارهای محیطی وارد بر گیاهان بوده و مقدار کلروفیل در گیاهان، تحت تنش کاهش یافته و باعث تغییر در نسبت جذب نور و در نتیجه کاهش کل جذب نور توسط گیاه می‌شود. تنش آب انتقال الکترون را در فسفوریلاسیون چرخه‌ای و غیر چرخه‌ای و همچنین فعالیت آنزیم رابیسکو و دیگر آنزیم‌های مهم که در سوخت و ساز کربن مؤثرند را کاهش می‌دهد (Cavero *et al*., 2004). تنش خشکی باعث تسریع در پیری برگ شده میزان کلروفیل را کاهش داده به نظر می‌رسد که دلیل کاهش میزان کلروفیل در شرایط تنش آبی، افزایش تخریب این رنگیزه‌ها و یا کاهش ساخت آنها و نیز، اختلال در فعالیت آنزیم‌های مسوول سنتز رنگدانه‌های فتوسنتزی باشد (Voleti *et al*., 2005). محققان بیان کرد یکی از عوامل تاثیرگذار تنش خشکی بر فتوسنتز، کاهش میزان کارآیی فتوسنتز از طریق افزایش فلورسانس کلروفیل است. با توجه به این که میزان کلروفیل در برگ به‌طور مستقیم با فراهمی نیتروژن در ارتباط است و در این تحقیق با اســـتفاده بنزیل‌آدنین علاوه بر کاهش میزان اتیلن بر مقدار سیتوکنین در شرایط خشکی افزوده شد، افزایش هورمون سیتوکنین سبب افزایش سنتز کلروفیل شد، کاربرد بنزیل‌آدنین تأثیر قابل ملاحظه‌ای در رشد، شادابی و سبزی رنگ برگ‌ها داشت، این مواد با افزایش میزان آسیمیلات‌ها، میزان ساخت رنگیزه‌ها را افزایش داد و انتقال مواد فتوسنتزی را در گیاه راحت‌تر نمایند .(Nazar ali and Zardashti, 2010).

نتیجه گیری کلی

نتایج این تحقیقات نشان داد توقف آبیاری در مرحله گلدهی و گرده‌افشانی بر سوخت و ساز، فیزیولوژی و مورفولوژی گیاه ذرت تأثیرگذار بود. با توجه به گزارش‌های متعدد در خصوص تاثیر سیتوکنین‌ها بر فتوسنتز جاری گیاه، می‌توان نتیجه گرفت محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین از طریق افزایش فتوسنتز جاری و انتقال مواد به دانه ها باعث افزایش وزن هزاردانه در این تحقیق شد که با تحقیقات عبدالجلیل و همکاران (Abdul Jaleel *et al*, 2007) مشابهت دارد. کاربرد بنزیل‌آدنین در شرایط آبیاری معمول موجب افزایش انتقال مواد پرورده به دانه‌ها شد و در شرایط قطع آبیاری از طریق افزایش پایداری غشای سلولی، بالابردن پتانسیل آب برگ، افزایش میزان فتوسنتز جاری گیاه ناشی از افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو و میزان کلروفیل و بالابردن میزان انتقال مواد پرورده به دانه مانع از کاهش عملکرد دانه گردید که با نتایج تحقیقات ژانگ و همکاران (Zhang *et al*., 2006) مطابقت دارد، در این تحقیق تیمار محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین با تحت تاثیر قراردادن صفات مختلف فیزیولوژیک و افزایش میزان کلروفیل و پروتئین محلول، تحمل گیاه را در برابر تنش کم آبی افزایش داد و از افت عملکرد تا حدود زیادی جلوگیری نمود.

منابع مورد استفاده: **References**

پورموسوی، س،م.، گلوی، م.، دانشیان، ج.، قنبری، ا.، بصیرانی، ن. و جنوبی، پ. ۱۳۸۸. تاثیر کود دامی بر عملکرد کمی و کیفی سویا در شرایط تنش خشکی، نشریه علوم گیاهان زراعی ایران، شماره علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۴۰، شماره ۱.

خاوری‌خراسانی، س.، حسن‌زاده مقدم، ه.، محمدی، م.۱۳۸۷. راهنمای علمی و کاربردی ذرت (کاشت، داشت و برداشت). انتشارات سروا.

شکاری ف.، ابراهیم‌زاده، ا. و اسماعیل‌پور، ب. ۱۳۸۴. تنظیم کننده‌های رشد گیاهی در کشاورزی و باغبانی. انتشارات دانشگاه، زنجان.

قاسمی‌گلعذانی، ک.، دلیل. ب.، دست‌برهان، س. ۱۳۹۲. تنش خشکی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، واحد آذربایجان غربی. ۲۱۸ ص.

کافی، م. و رستمی، م. ۱۳۸۶. اثر تنش خشکی در مرحله رشد زایشی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن سه رقم گلرنگ در شرایط آبیاری با آب شور. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۵، شماره ۱، صفحات ۱۳۰-۱۲۱.

نصری، م.، خلعتبری، م. ۱۳۹۵. بررسی اثرات باکتری تیوباسیلوس و گوگرد بر عملکرد و خصوصیات بیوشیمیایی ذرت دانه‌ای (هیبرید ماکسیما) در شرایط کم‌آبیاری در منطقه ورامین. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز- سال هشتم، شماره بیست و نهم، بهار ۱۳۹۵.

نصری، م.، خلعتبری، م. ۱۳۹۶. فیزیولوژی تنش خشکی در گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه آزاد واحد ورامین – پیشوا. ۳۰۵ صفحه.

Abdul Jaleel, C., Kishorekumar, A., Manivannan, P., Sankar, B., 2007. Alteration in carbohydrate metabolism and enhancement in tuber production in white yam (Discorea rotundata poir) under triadimefon and hexaconazole application. Plant Growth Regul. 53: 7-16.

Amling, J.W., Keever, G.J., Kessler, J.R.J., and Eakes, D.J. 2015. Benzyl adenine (BA) promotes ramet formation in Hemerocallis itrina. Journal of Environmental Horticulture, 25(1): 9-12.

Baghri Zadeh, M., Kamelmensh, M.M., Jovanmardi, SH., and Shavaf Zadeh, Sh. 2012. Effect drought stress on yield and yield components, relative leaf water content, Proline and potassium son accumulation in different white genotype. African journal of agricultural research 7(42): 5661- 5610.

Benedett, C.E., and Arruda, P. 2012. Altering the expression of the chlorophylls gene athcor1 in transgenic Arabidopsis caused changes in the chlorophyll-to-chlorophyll idée ratio. Plant physiol.128:1233-1263.

Bray, E.A. 2007. Plant responses to water deficit .Trend in plant science. 2:48-54.

Cavero, J., Playan, E., Zapata, N., and Faci, J.M. 2004. Simulation of maize grain yield variability with in a surface Irrigated Field. Agronomy Journal .93: 773 – 782.

Dennis, J.C. 2015. The effects of benzyl adenine on ornamental crops. Thesis of Master of Science (M.Sc.) in Horticultural Science, Graduate Faculty of North Carolina State University.

Earl, H. J., and Davis, R. F. 2009. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. Agronomy Journal. 95: 688- 696.

FAO. 2009. FAO statistical database.

Ibrahim, S.M.M., Taha, L.S., and Farahat, M.M. 2010. Vegetative growth and chemical constituents of croton plants as affected by foliar application of benzyl adenine and gibberellic acid. Journal of Americanscience, 6(7): 126-130.

Mok, D.W.S., and Mok, M.C. 2011. Cytokinine metabolism and action. Plant Molecular Biology, 52: 89- 118.

Nazar ali, H., Zardashti, M.R. 2010. The effect of drought stress and super absorbent polymer (a_{200}) on agronomical traits of sunflower (helianthus annuus L.) Under field condition. Cercetări Agronomice în Moldova Vol. XLIII, No. 3 (143) / 2010.

Karimzadeh-Asl, K.H., Mazaheri, D., Peyghambari, S.A. 2003. Effect of four irrigation intervals on the seed yield and quantitative characteristics of three sunflower cultivar. Iranian Journal Agriculture Science. 34(2), 293-301. [In Persian with English summary].

Rao, S.R., Qayyum, A., Razzaq, A., Ahmad, M., Mahmood, I., and Sher, A. 2012. Role of foliar application of salicylic acid and L-tryptophan in drought tolerance of maize. Journal of Animal and Plant Sciences. 22: 768-772.

Parry, M.A.J., Andraloje, P.J., Khan, S., Lea, P.J., and keys, A.J. 2002. Rubisco activity: effects of drought stress. Annuals of Botany. 89: 833- 839.

Perveen, S., Vershney, A., Anis, M., Aref, I.M. 2011. Influence of cytokinins, basal media and pH on advent. Tious shoot regeneration from excised root cultures of Albizia lebbeck. Journal Fores Research, 22: 47- 52.

Refaat, A.M., and Saleh, M.M. 2007. The combined effect of irrigation intervals and foliar nutrition on sweet corn plants. Bulletin of Faculty of Agriculture University of Cairo, 48: 515-527.

Sahi, B.G. 2009. Effect of cycocel spray and BA on the growth and flowering of Rosa hyblida L Coolwater. Journal Duhok University, 12: 39-43.

Sakakibara, H., Takei, K. and Hirose, N. 2014. Interactions between nitrogen and cytokinin in the regulation of metabolism and development. Trends in Plant Science, 11(9): 440-448.

Tanaka, K., Masuda, R., Sugimoto, T., and Sakak, Z. 2008. Water efficiency- induced changes. In the contents.

Varshney, A., Anis, M. 2011. Improvement of shoot morphogenesis in vitro and assessment of changes of the activity of antioxidant enzymes during acclimation of the micropropagated plants of Desert Teak. Acta physiol. Plant. (In press). Doi: 10. 1007/s11738-011- 0883- 9.

Voleti, S.R., Singh, V.P., and Uprety, P.C. 2005. Chlorophyll and praline as affected by moisture stress in young and mature leaf tissues of Brassica carinata hybrids and their plants. Journal Agronomy and Crop Science. 180(2): 123-126.

Zarco- Tejada, P.J., Miller, J.R., Mohammad, G.H., Noland, T.L., and Sampson, P.H. 2010. Chlorophyll fluorescence effects on vegetation apparent reflectance. Remote Sensing of Environment, 74: 596-608.

Zhang, J., Kang, S.H., and Shi, W. 2006. An improved water-use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. Field Crops Research. 67: 207-214.