

اثر سالیسیلیک اسید و پاکلوبوترازول بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تحت دورهای آبیاری مختلف

علی سپهری*^۱ و سمیه بیات^۲

*۱- نویسنده مسئول: استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات- دانشگاه بوعلی سینا همدان (Sepehri110@yahoo.com)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت- دانشگاه بوعلی سینا همدان

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۰/۲۱

تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۳۰

چکیده

به منظور بررسی تاثیر مواد تنظیم کننده رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تحت تنش رطوبتی، آزمایشی در سال زراعی ۸۸-۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل سه دور آبیاری (۷، ۱۱ و ۱۵ روز) و فاکتور فرعی مصرف مواد ضد تعرق شامل سالیسیلیک اسید، پاکلوبوترازول و بدون مصرف ماده ضد تعرق بود. نتایج نشان داد استفاده از سالیسیلیک اسید در دوره‌های آبیاری ۷، ۱۱ و ۱۵ روزه به ترتیب عملکرد دانه را به میزان ۱۳/۶۹، ۱۷/۲۴ و ۲۲/۹۳ درصد، میانگین وزن دانه را به میزان ۱۰/۲۴، ۱۳/۶۳، ۱۶/۷۹ درصد و عملکرد بیولوژیک را به میزان ۱۳/۳۶، ۱۶/۲۴، ۱۸/۸۴ درصد نسبت به تیمار بدون مصرف ماده ضد تعرق افزایش داده است. تیمار سالیسیلیک اسید از نظر اثر بر تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بلال افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار بدون مصرف ماده مذکور داشت. مصرف پاکلوبوترازول در دور آبیاری ۷ روزه باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و میانگین وزن دانه به ترتیب به میزان ۸/۶۱ و ۸/۶۵ درصد نسبت به تیمار بدون مصرف پاکلوبوترازول شد. ولی در دور آبیاری ۱۱ روزه مصرف پاکلوبوترازول باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و میانگین وزن دانه به میزان ۱۴/۹۲ و ۹/۴۱ درصد نسبت به تیمار بدون مصرف ماده مذکور در همان دور آبیاری گردید. در دور آبیاری ۱۵ روزه اثر مصرف پاکلوبوترازول در کاهش اثرات خشکی بیشتر نمایان شد به طوری که افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و میانگین وزن دانه به میزان ۱۷/۸۱ و ۱۲/۹۶ درصد نسبت به تیمار بدون مصرف ماده مذکور به دنبال داشت. نتایج این آزمایش حاکی از آن است که سالیسیلیک اسید و پاکلوبوترازول در شرایط تنش خشکی متوسط و شدید می‌توانند در کاهش اثرات خشکی موثر باشند. این اثر بخشی در دور آبیاری ۱۵ روز بیش‌تر از دور آبیاری ۱۱ روز نمایان شد.

کلید واژه ها: ذرت، تنظیم کننده رشد، مواد ضد تعرق، دور آبیاری، عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی

مقدمه

(عنابی میلانی، ۱۳۸۱). استفاده از مواد ضد تعرق، به عنوان راه‌کاری جهت کاهش تلفات آب از گیاه با کاهش سرعت انتشار بخار آب مطرح شده است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۸). به گزارش سرمدنیا و کوچکی (۱۳۶۸) مواد ضد تعرق از طریق بستن نسبی روزنه‌ها و افزایش مقاومت به

کمبود آب برای تولید مناسب ذرت یکی از معضلات کشت این محصول به شمار می‌آید (عنابی میلانی، ۱۳۸۱). با توجه به نزولات جوی کم و منابع محدود آب باید از حداقل آب حداکثر بهره‌وری لازم صورت پذیرد تا سطح بیشتری زیر کشت برده شود

برخی گیاهان مانند گندم (شاکیرووا و همکاران، ۲۰۰۳)، آفتابگردان (حسین و همکاران^۹، ۲۰۰۹) منتشر شده است. شاکیرووا و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از سالیسیلیک اسید با غلظت ۰/۵ میلی مولار در گیاه گندم افزایش عملکرد دانه و وزن هزار دانه نسبت به شاهد را مشاهده کردند. محلول پاشی سالیسیلیک اسید در آفتابگردان عملکرد بیولوژیک و دانه را به طور معنی داری افزایش داد اما بر روی شاخص برداشت تاثیری نداشت (حسین و همکاران، ۲۰۰۹). پاکلوبوترازول^{۱۰} نیز یکی از ترکیبات خانواده تریازول است که سبب ایجاد مقاومت به خشکی، شوری، سرما و گرما می شود (رادمچر^{۱۱}، ۱۹۹۵). پژوهشگران به اثرات ضد تعرقی پاکلوبوترازول اشاره کرده اند که تأثیر آن بر روابط آبی و تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه ثابت شده است (جرج و نیسن^{۱۲}، ۱۹۹۲؛ ناوارو و همکاران، ۲۰۰۷). از تغییرات مورفولوژیکی و آناتومیکی ایجاد شده توسط تریازولها می توان به کاهش ارتفاع، افزایش ضخامت کوتیکول مومی، کلروپلاست بزرگتر و افزایش رشد ریشه اشاره کرد (گروسمن^{۱۳}، ۱۹۹۰). از تغییرات بیوشیمیایی تریازولها دفع مسمومیت گونه های اکسیژن واکنش گر^{۱۴} (کروس و فلچر^{۱۵}، ۱۹۹۴)، افزایش پرولین (ماکای و همکاران^{۱۶}، ۱۹۹۰) و افزایش آنتی اکسیدانها (سناراتنا و همکاران، ۱۹۸۸) را می توان نام برد. در سطح بیوشیمیایی، تریازولها با افزایش فعالیت آنزیم های ضد اکسید کننده به طور موثری باعث جذب رادیکال های آزاد شده و به گیاه کمک می کنند تا در مواجهه با شرایط نامساعد محیطی بهتر عمل کنند (کروس و همکاران، ۱۹۹۵).

انتشار بخار آب از برگ ها، موجب افزایش پتانسیل آب برگ در سلول های گیاه شده و با حفظ پتانسیل آب، رشد گیاه ادامه می یابد. افزایش پتانسیل آب گیاه در نتیجه استفاده از مواد ضد تعرق توسط محققان بسیاری در گیاهان مختلف گزارش شده است (ناوارو و همکاران^۱، ۲۰۰۷؛ وین و همکاران^۲، ۱۹۹۱). سالیسیلیک اسید و مشتقات آن از جمله ترکیباتی هستند که به عنوان تنظیم کننده رشد گیاهی عمل نموده و در شرایط تنش می توانند گیاه را محافظت نمایند (برسانی و همکاران^۳، ۲۰۰۱). سالیسیلیک اسید به عنوان یک ماده شبه هورمونی نقش مهمی در تنظیم رشد و نمو گیاه (کلسینگ و ملامی^۴، ۱۹۹۴)، فتوسنتز، هدایت روزه ای و تعرق (خان و همکاران^۵، ۲۰۰۳)، مقاومت در برابر تنش-ها (برسانی و همکاران، ۲۰۰۱) دارد. هم چنین یاداو و کومار^۶ (۱۹۹۸) به خاصیت ضد تعرقی سالیسیلیک اسید در گیاه ذرت اشاره کرده اند. به گزارش شاکیرووا و همکاران^۷ (۲۰۰۳)، سالیسیلیک اسید بر فتوسنتز و رشد گیاهچه گندم تحت شرایط تنش، اثر مثبت دارد. نتایج مشابهی از ایجاد مقاومت در گوجه فرنگی و لوبیا در مقابل تنش های گرما، سرما و خشکی در اثر کاربرد سالیسیلیک اسید گزارش شده است (سناراتنا و همکاران^۸، ۲۰۰۰). هنگامی که گیاه در معرض تنش قرار می گیرد سالیسیلیک اسید موجب فعال سازی سیستم آنتی اکسیدانی می شود (برسانی و همکاران، ۲۰۰۱؛ سناراتنا و همکاران، ۲۰۰۰). آنتی اکسیدانها به طور موثری آسیب های حاصل از اکسیداسیون ایجاد شده توسط رادیکال های آزاد را کاهش و یا متوقف می کنند و از این طریق به سلامت سلولها کمک می کنند. گزارش هایی از اثر سالیسیلیک اسید بر افزایش عملکرد

9- Hussain *et al.*

10- Paclobutrazol

11- Rademacher

12- George & Nissen

13- Grossmann

14- Reactive Oxygen Species

15- Kraus & Fletcher

16- Mackay *et al.*1-Navarro *et al.*

2- Win

3- Borsani *et al.*

4- Klessing & Malamy

5- Khan *et al.*

6- Yadav & Kumar

7- Shakirova *et al.*8- Senaratna *et al.*

شرایط تنش خشکی و شوری محافظت می نماید. هدف پژوهش حاضر بررسی تاثیر دو ماده ضد تعرق اسید سالیسیلیک و پاکلوبوترازول بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تحت دوره های مختلف آبیاری است.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان انجام شد. میانگین بارندگی سالانه این منطقه ۳۳۳ میلیمتر و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۷۴۱/۵ متر بوده و از نظر اقلیمی جز مناطق سرد و نیمه خشک محسوب می شود. گرم ترین ماه سال تیر ماه با میانگین دمای ۲۴/۳ درجه سانتیگراد و سردترین ماه سال دی ماه با میانگین دمای ۳/۱- درجه سانتیگراد می باشد. اطلاعات هواشناسی سال مورد آزمایش و نیاز آبی ذرت در شکل ۱ آمده است. بافت خاک مورد آزمایش لوم رسی با اسیدیته ۷/۲ بود. مشخصات خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ آورده شده است.

برای انجام آزمایش از رقم ذرت هیبرید میانرس Sc-500 با دوره رشد ۱۲۰-۱۱۵ روز، تولید شده توسط موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر استفاده شد. آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. سه دور آبیاری (۷، ۱۱ و ۱۵ روزه) در کرت های اصلی و مواد ضد تعرق شامل پاکلوبوترازول، سالیسیلیک اسید و بدون مصرف مواد ضد تعرق، در کرت های فرعی قرار گرفتند. مواد ضد تعرق در زمان ۶ تا ۸ برگی به صورت محلول-پاشی با غلظت های ۰/۵ میلی مولار برای سالیسیلیک اسید (نمیس^۹ و همکاران، ۲۰۰۲) و ۰/۰۲ میلی مولار برای پاکلوبوترازول (اقتیدر^{۱۰}، ۱۹۹۵) استفاده شدند.

پاکلوبوترازول، با دخالت در مسیر بیوسنتز جیبرلیک اسید از تولید این هورمون گیاهی ممانعت می نماید. هم چنین همان طور که خشکی باعث افزایش مقدار آبسزیک اسید می شود (بانو و همکاران^۱، ۱۹۹۳)، پاکلوبوترازول نیز باعث تحریک تجمع آبسزیک اسید در برگ ها می گردد (آساری-بوما و همکاران^۲، ۱۹۸۶). علاوه بر این در تنش خشکی، پاکلوبوترازول در تغییرات سیتوکینین ها موثر است (ژو و همکاران^۳، ۲۰۰۴). تغییرات سیتوکینین، جیبرلین و آبسزیک اسید می تواند منجر به ایجاد تعادل هورمونی جدیدی شود که برای واکنش گیاه به خشکی مناسب است (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۶). از سوی دیگر وانگ و همکاران (۱۹۸۷) کاهش هورمون آبسزیک اسید در برگ های تیمار شده سیب با پاکلوبوترازول طی تنش خشکی را گزارش کردند. گرچه پژوهشگران به اثرات کاهش مصرف پاکلوبوترازول در عملکرد آفتابگردان (کوتروباس و همکاران^۴، ۲۰۰۴)، گوجه فرنگی (برووا و زلاتو^۵، ۲۰۰۰) و پیاز (الشرف الزمان^۶، ۲۰۰۹) اشاره کرده اند ولی در گیاه کنجد مصرف پاکلوبوترازول باعث شده عملکرد، اجزای عملکرد و ماده خشک کل در شرایط مطلوب کاهش ولی در شرایط تنش خشکی افزایش معنی داری نسبت به شاهد پیدا نمایند (آبراهام و همکاران^۷، ۲۰۰۸). به اظهار

پرسیوال و سلیم آلبالوشی^۸ (۲۰۰۷) در گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول مقدار اسید آمینه پرولین افزایش یافته و پرولین با کاهش پتانسیل اسمزی و حفظ تورژسانس سلولی گیاه را در

1- Bano et al.

2- Asare-Boamah et al.

3- Zhu et al.

4-Koutroubas et al.

5- Berova & Zlatev

6- Ashrafuzzaman

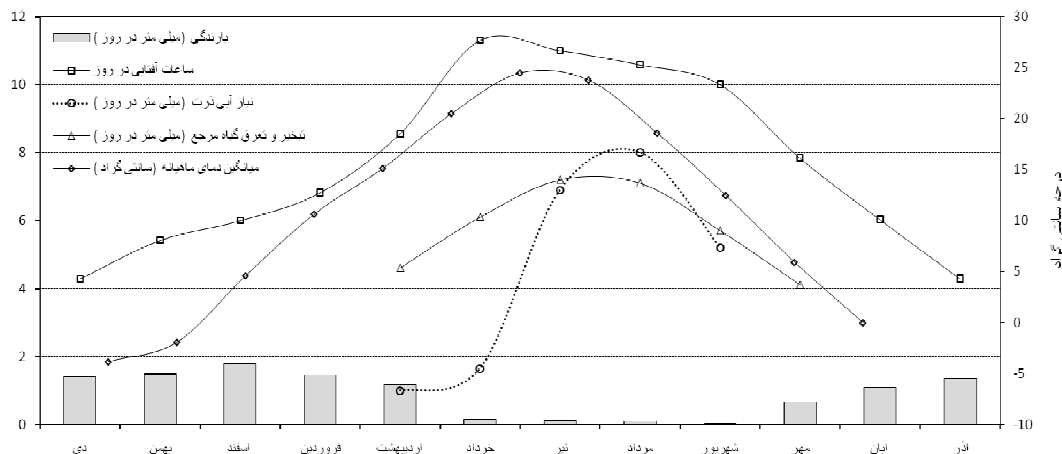
7-Abraham et al.

8- Percival & Salim Aibalushi

9- Nemeth et al.

10- Iqtidar

سپهری و بیات: اثر سالیسیلیک اسید و پاکلوبوترازول بر ...



شکل ۱- اطلاعات هواشناسی و نیاز آبی ذرت

جدول ۱- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

عمق خاک (سانتی متر)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	ماده آلی (%)	نیتروژن کل (%)	فسفر در دسترس (میلی گرم در کیلوگرم)	پتاسیم در دسترس (میلی گرم در کیلوگرم)
۰-۳۰	۲۴/۵	۳۹/۱	۳۵/۳	۱/۱	۰/۰۷	۵/۰۸	۲۱۴

بر سانتی متر مکعب)، D: عمق توسعه ریشه، A: مساحت هر کرت می‌باشد. نیاز آبی گیاه (ET_{crop}) در منطقه مورد آزمایش با تعیین تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ET_o) به روش فائو- پنمن مانیتث و ضرایب گیاهی (K_c) از رابطه زیر تعیین شد (آلن و همکاران^۱، ۱۹۹۸).

$$ET_{crop} = K_c \times ET_o$$

سپس با در نظر گرفتن بارندگی موثر، راندمان آبیاری (۵۰ درصد) و ۵۵ درصد تخلیه مجاز رطوبتی در منطقه توسعه ریشه مقدار نیاز آبی برآورده شد (دورنباس و قسام^۲، ۱۹۷۹). قبل از آبیاری و محلول پاشی مواد ضد تعرق تیمارهای مورد نظر، نمونه برداری از خاک به منظور تعیین پتانسیل آب خاک با استفاده از منحنی خصوصیات

عملیات آماده سازی زمین شامل شخم عمیق و دو مرحله دیسک عمود بر هم قبل از کشت صورت پذیرفت. بذور پس از ضدعفونی با قارچ کش ویتاواکس، به صورت جوی و پشته‌ای با فواصل ردیف ۷۵ سانتی متر کشت شدند. هر کرت شامل ۵ ردیف به طول ۷ متر و تراکم کشت ۷/۴ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد.

عملیات کاشت در ۲۲ خرداد ماه و آبیاری با لوله‌های پلی اتیلن انجام شد. در هر مرحله آبیاری حجم آب ورودی به کرت‌ها توسط کنتور تا رسیدن به ظرفیت زراعی کنترل گردید. حجم آب مصرفی در هر کرت در هر بار آبیاری بر حسب حجمی از رابطه زیر محاسبه گردید (خواجویی نژاد و همکاران، ۱۳۸۳؛ محلوچی و همکاران، ۱۳۷۹):

$$V_w = [(FC - S_M) (B_d \times D \times A)]$$

در این رابطه FC: درصد وزنی رطوبت خاک در ظرفیت زراعی، S_M : درصد وزنی رطوبت خاک هنگام نمونه برداری، B_d : جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم

1- Allen *et al.*

2- Doorenbos & Kassam

روش Ismeans و در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک نشان داد که اثر دور آبیاری و مواد ضد تعرق در سطح یک درصد و برهم کنش آن‌ها در سطح پنج درصد معنی دار است. در برش دهی برهم کنش آبیاری و مواد ضد تعرق هر سه دور آبیاری تاثیر معنی داری بر این صفت داشتند (جدول ۳).

بیشترین عملکرد بیولوژیک با مصرف سالیسیلیک اسید در دور آبیاری ۷ روز حاصل شد که نسبت به تیمار بدون مصرف سالیسیلیک اسید (شاهد) در همین دور آبی ۱۳/۳۶ درصد افزایش نشان می‌دهد. عملکرد بیولوژیک تیمار سالیسیلیک اسید در دور های آبیاری ۱۱ و ۱۵ روزه نیز تفاوت معنی داری با شاهد داشت و به ترتیب به میزان ۱۶/۲۴ و ۱۸/۸۴ درصد افزایش یافته است. این نتایج با گزارش حسین و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد.

عملکرد بیولوژیک در برهم کنش پاکلوبوترازول با هر سه دور آبیاری نسبت به شاهد در همان دور آبیاری تفاوت معنی داری نداشت. از آنجا که پاکلوبوترازول یک ماده بازدارنده رشد و هم چنین تعدیل دهنده تنش در گیاهان می‌باشد، در شرایط نرمال معمولاً باعث کاهش رشد رویشی گیاه شده و در شرایط تنش از کاهش شدید ماده خشک گیاه جلوگیری می‌کند، بنابراین در عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی داری مشاهده نمی‌شود.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که دور آبیاری، مواد ضد تعرق و هم‌چنین برهم کنش آن‌ها بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی دار است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس برش دهی برهم کنش آبیاری و مواد ضد تعرق بر عملکرد دانه تحت هر سه دور آبیاری معنی دار بود (جدول ۳).

رطوبتی خاک انجام شد. پتانسیل آب خاک در دور آبی ۷، ۱۱ و ۱۵ روز در جدول ۲ آمده است.

محاسبه محتوی رطوبت نسبی برگ (RWC)، از طریق ۱۵ دیسک برگ که توسط پانچ از برگ‌های گیاه در ساعت ۱۰ صبح انتخاب شده بود انجام گرفت. به طوری که بعد از توزین وزن تر، دیسک‌های برگ در پتری آب مقطر به مدت ۱۲ ساعت، اشباع و سپس توزین شدند. نمونه‌های توزین شده بعداً در آون ۸۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفته و وزن خشک آن‌ها تعیین گردید.

محتوی رطوبت نسبی برگ طبق فرمول زیر به دست آمد (بارس و ودرلی، ۱۹۶۲).

$$RWC = \frac{(Fw - Dw)}{(Tw - Dw)} \times 100$$

Fw: وزن تر، Dw: وزن خشک و Tw: وزن تر

اشباع می‌باشد. مصرف کودهای شیمیایی مورد نیاز بر اساس آزمون خاک شامل ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن دار از منبع اوره، ۱۱۸ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع فسفات آمونیوم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم بود. یک سوم از نیتروژن مورد نیاز به همراه تمامی کودهای فسفات و پتاس قبل از کشت مصرف و بقیه در دو مرحله شامل ۸-۶ برگ و قبل از ظهور گل تاجی مصرف گردید. در طی فصل رشد مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی انجام پذیرفت. در پایان فصل رشد، برداشت در سطحی معادل ۳ متر مربع و از دو ریف میانی هر کرت انجام گرفت. عملکرد نهایی دانه (۱۴ درصد رطوبت)، عملکرد بیولوژیکی و هم‌چنین اجزای عملکرد شامل تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه‌های بلال، وزن هزار دانه و شاخص برداشت اندازه گیری و محاسبه شد. تجزیه آماری با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین اثرات اصلی با آزمون LSD و برهم کنش تیمارها با

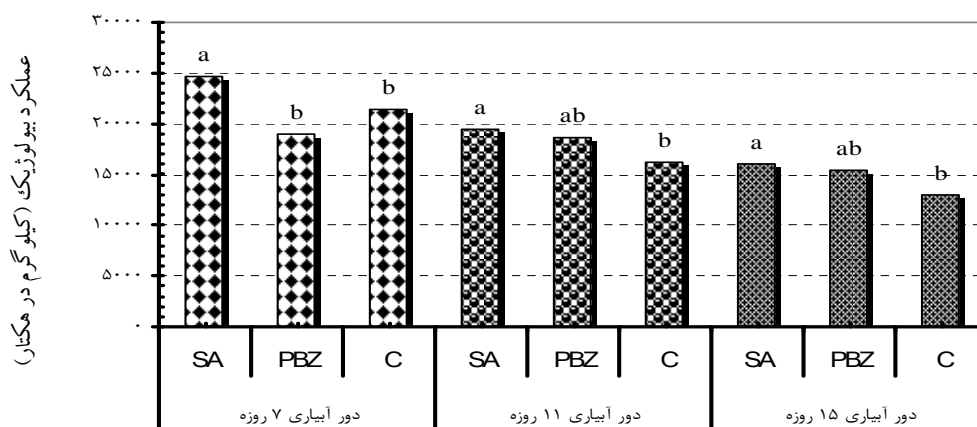
جدول ۲- تغییرات پتانسیل آب خاک و رطوبت نسبی برگ در دور آبیاری ۷، ۱۱ و ۱۵ روز در تیمارهای مختلف قبل از آبیاری مجدد

دور آبیاری	رطوبت نسبی برگ (درصد)	پتانسیل آب خاک (بار)
۷ روز	۹۰-۹۲	-۰/۷ -۰/۸
۱۱ روز	۸۲-۸۳	-۱/۱ -۱/۳
۱۵ روز	۷۲-۷۵	-۱/۶ -۱/۷

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	۲	۵۴۲۷۹۰۴۷/۵**	۲۴۶۴۴۷۵/۴۶**	۷۹/۰۹*
دور آبیاری	۲	۱۰۶۸۸۷۰۴۸/۵**	۳۱۴۶۵۵۲۹/۸۵**	۶۶/۹۹ ^{ns}
اشتباه ۱	۴	۶۴۵۳۶۰/۱	۳۳۸۷۲۹/۱۱	۲۲/۷۲
مواد ضد تعرق	۲	۲۴۱۳۹۳۶۶/۹**	۴۲۹۴۳۳۰/۵۴**	۵/۲۴ ^{ns}
آبیاری * مواد ضد تعرق	۴	۷۸۹۶۰۶۰/۵*	۱۱۳۷۹۶۵/۵۸**	۳/۲۸ ^{ns}
اشتباه ۲	۱۲	۲۳۲۸۸۸۴/۲	۱۳۱۹۷۳/۱۸	۱۹/۲۰
ضریب تغییرات (%)		۸/۳۹	۷/۰۷	۱۱/۱۱
برش دهی برهم کنش				
آبیاری و مواد ضد تعرق				
دور آبیاری ۷ روز	۲	۲۴۲۵۱۶۴۰*	۳۶۲۶۹۰۴**	-
دور آبیاری ۱۱ روز	۲	۸۰۵۵۷۲۱*	۱۴۶۷۶۲۹**	-
دور آبیاری ۱۵ روز	۲	۷۶۲۴۱۲۷*	۱۴۷۵۷۲۹**	-

*، **، ^{ns} به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱٪ درصد، غیر معنی دار



شکل ۲- میانگین برش دهی برهم کنش آبیاری و مواد ضد تعرق بر عملکرد بیولوژیک

SA: سالیسیلیک اسید - PBZ: پاکلوبوترازول - C: بدون مصرف ماده ضد تعرق (شاهد)

اختلاف بین میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می باشند از نظر آماری معنی دار نیست

کاهش پتانسیل اسمزی و حفظ تورژسانس سلولی می-تواند گیاه را در شرایط تنش خشکی و شوری محافظت نماید (پرسیوال و سلیم آلبالوشی، ۲۰۰۷).

وزن هزاردانه

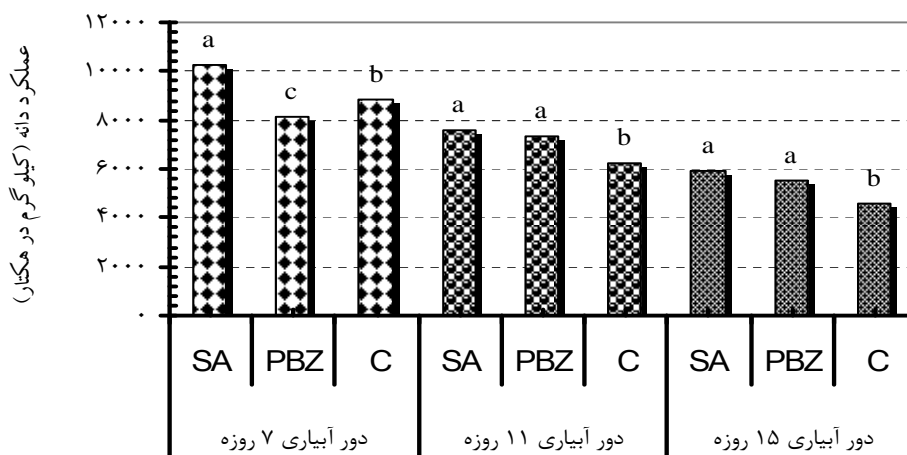
تجزیه واریانس داده‌ها برهم‌کنش بین آبیاری و مواد ضد تعرق را روی صفت وزن هزار دانه خیلی معنی‌دار نشان داد (جدول ۴).

برش‌دهی بر هم‌کنش آبیاری و مواد ضد تعرق بر صفت وزن هزار دانه در هر سه دور آبیاری معنی‌دار بود. در هر سه دور آبیاری مصرف سالیسیلیک اسید باعث افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه به ترتیب به میزان ۱۰/۲۴، ۱۳/۶۳، ۱۶/۷۹ درصد نسبت به شاهد شد. شاکیرووا و همکاران (۲۰۰۳) نیز بر این موضوع تاکید نموده‌اند. به نظر می‌رسد سالیسیلیک اسید با افزایش سطح برگ گیاه و سطوح فعال فتوسنتزی اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه را افزایش می‌دهد. مصرف پاکلوبوترازول تحت شرایط خشکی متوسط و شدید باعث افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه به میزان ۹/۴۱ و ۱۲/۹۶ درصد گردید. به گزارش آبراهام و همکاران (۲۰۰۸) در تیمار پاکلوبوترازول وزن دانه کنگد در شرایط تنش خشکی افزایش یافته است. از آن‌جا که در شرایط کمبود آب جریان تعرق در گیاه کاهش می‌یابد جابه‌جایی پاکلوبوترازول (آنتی جیبرلین) در گیاه کاهش و سطح جیبرلین افزایش یافته و رشد دانه افزایش می‌یابد (دیویس و همکاران، ۱۹۸۸).

تعداد ردیف در بلال

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمارهای مورد نظر بر این صفت غیر معنی‌دار است، که می‌توان نتیجه گرفت به‌طور کلی تعداد ردیف در بلال یک صفت ژنتیکی می‌باشد و کمتر تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (زعفریان، ۱۳۸۱).

سالیسیلیک اسید در دوره‌های آبیاری ۷، ۱۱ و ۱۵ روز عملکرد دانه را به ترتیب ۱۳/۶۹، ۱۷/۲۴، ۲۲/۹۳ درصد نسبت به تیمار بدون ماده ضد تعرق افزایش داد (شکل ۳). این نتایج با گزارشات حسین و همکاران (۲۰۰۹) و شاکیرووا و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت دارد. به اظهار آن‌ها سالیسیلیک اسید از طریق توسعه واکنش‌های ضد تنشی، نظیر افزایش تجمع پرولین، باعث تسریع در بهبود رشد پس از اعمال تنش می‌شود. در دور آبیاری ۷ روز با مصرف پاکلوبوترازول عملکرد دانه به میزان ۸/۶۱ درصد نسبت به تیمار بدون مصرف پاکلوبوترازول کاهش یافت. که با نتایج کوتروباس و همکاران (۲۰۰۴) هم‌خوانی دارد. کاهش عملکرد با مصرف پاکلوبوترازول در شرایط مطلوب رطوبتی را می‌توان به افزایش غلظت هورمون آبسزیک اسید نسبت داد. هورمون مذکور با کاهش تعداد سلول‌های آندوسپرم و به تبع آن کوچک شدن دانه‌ها و هم‌چنین تحریک سقط جنین و کاهش تعداد دانه‌ها باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (ال-خلل و همکاران^۱، ۲۰۰۹). گرچه مصرف پاکلوبوترازول در شرایط نرمال آبیاری (۷ روز) سبب کاهش عملکرد گردید ولی مصرف آن در دوره‌های آبیاری ۱۱ و ۱۵ روزه باعث افزایش معنی‌دار عملکرد اقتصادی به ترتیب به میزان ۱۴/۹۲ و ۱۷/۸۱ درصد نسبت به تیمار بدون مصرف ماده پاکلوبوترازول شد. در گیاه کنگد نیز طی تنش خشکی کاربرد ماده پاکلوبوترازول عملکرد دانه را افزایش داد (آبراهام و همکاران، ۲۰۰۸). در چنین شرایطی افزایش عملکرد با کاربرد پاکلوبوترازول را می‌توان به بستن نسبی روزنه‌ها، تعرق کمتر و جلوگیری از کاهش پتانسیل آب و هم‌چنین تعادل هورمونی نسبت داد (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۶؛ آساری - بوما و همکاران، ۱۹۸۶). این نتایج موید این مطلب است که در گیاهان تیمار شده با پاکلوبوترازول مقدار اسید آمینه پرولین افزایش یافته و پرولین با



شکل ۳- میانگین برش دهی برهم کنش آبیاری و مواد ضد تعرق بر عملکرد دانه

SA: سالیسیلیک اسید - PBZ: پاکلوبوترازول - C: بدون مصرف ماده ضد تعرق (شاهد)

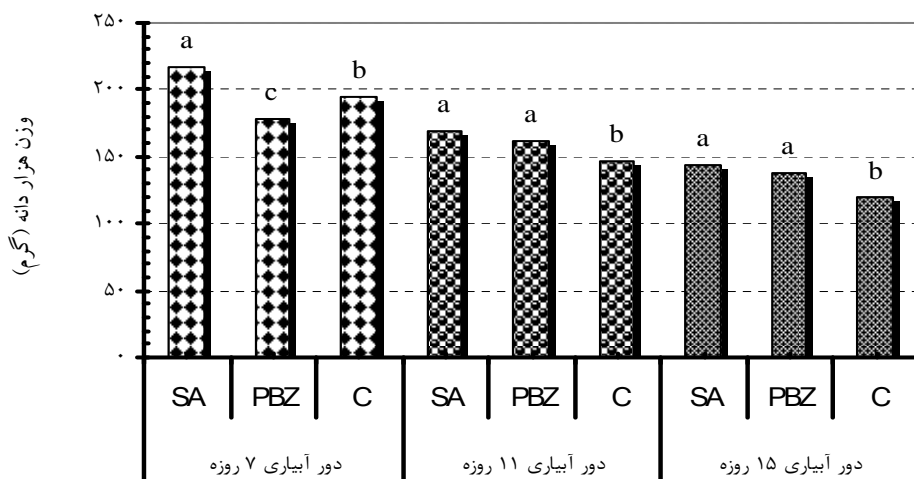
اختلاف بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند از نظر آماری

معنی دار نیست

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اجزای عملکرد در ذرت ۵۰۰

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن هزار دانه	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال
تکرار	۲	۱۲۰۳/۶۹ ^{NS}	۹/۸۸ [*]	۸/۵۱ ^{**}	۲۵۵۶۳/۳۵ ^{**}
دور آبیاری	۲	۸۹۵۴/۵۰ ^{**}	۲/۷۲ ^{NS}	۳۵/۳۶ ^{**}	۲۳۹۶۶/۸۱ ^{**}
اشتباه ۱	۴	۲۷۰/۷۹	۰/۶۵	۰/۳۸	۳۲۷/۰۹
مواد ضد تعرق	۲	۱۳۲/۴۰ ^{**}	۰/۴۷ ^{NS}	۳/۸۹ ^{**}	۳۰۹۴/۵۴ ^{**}
دور آبیاری-مواد	۴	۳۵۷/۸۲ ^{**}	۰/۱۸ ^{NS}	۰/۲۷ ^{NS}	۴۷۹/۱۳ ^{NS}
اشتباه ۲	۱۲	۲۶/۰۴	۰/۲۵	۰/۱۳۴	۳۱۱/۵۰
ضریب تغییرات (%)		۴/۱۲	۳/۱۳	۳/۵۲	۴/۹۸
برش دهی برهم کنش آبیاری و مواد ضد تعرق					
دور آبیاری ۷ روز	۲	۱۱۵۳/۱۹ ^{**}	-	-	-
دور آبیاری ۱۱ روز	۲	۴۱۱/۳۵ ^{**}	-	-	-
دور آبیاری ۱۵ روز	۲	۴۷۳/۵۱ ^{**}	-	-	-

*, **, NS به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱٪، غیر معنی دار



شکل ۴- میانگین برش دهی برهم کنش آبیاری و مواد ضد تعرق بر وزن هزار دانه

SA: اسید سالیسیلیک - PBZ: پاکلوبوترازول - C: بدون مصرف ماده ضد تعرق (شاهد)
 اختلاف بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند از نظر آماری معنی دار نیست.

جدول ۵- مقایسه میانگین برهم کنش تیمارها بر صفات مورد بررسی

وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	تیمار
۲۱۷/۲ ^a	۱۰۲۶۷/۳۶ ^a	۲۴۶۷۰/۹۵ ^a	اسید سالیسیلیک
۱۷۸/۱۱ ^c	۸۰۹۹/۸۳ ^c	۱۹۰۰۹/۸۴ ^{bc}	پاکلوبوترازول
۱۹۴/۹۷ ^b	۸۸۶۲/۲۸ ^b	۲۱۳۷۶/۱۳ ^b	بدون مصرف ماده
۱۶۹/۱۱ ^{cd}	۷۵۵۱/۳۰ ^{cd}	۱۹۳۸۲/۳۰ ^b	اسید سالیسیلیک
۱۶۱/۲۳ ^d	۷۳۴۵/۷۰ ^d	۱۸۶۰۱/۸۳ ^{bcd}	پاکلوبوترازول
۱۴۶/۰۷ ^e	۶۲۵۰/۲۰ ^e	۱۶۲۳۵/۴۶ ^{edc}	بدون مصرف ماده
۱۴۴/۳۴ ^e	۵۹۱۶/۴ ^{ef}	۱۶۰۰۱/۶۱ ^{ed}	اسید سالیسیلیک
۱۳۷/۹۸ ^e	۵۵۴۷/۸۹ ^f	۱۵۳۹۷/۷۶ ^{ef}	پاکلوبوترازول
۱۲۰/۱۱ ^f	۴۵۶۰/۰۴ ^g	۱۲۹۸۸/۴۰ ^f	بدون مصرف ماده

اختلاف بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند از نظر آماری معنی دار نیست.

یابد، این موضوع احتمالاً به دلیل کمبود آب در حین گرده‌افشانی و هم‌چنین عقیم شدن برخی از دانه‌ها می‌باشد (زینسلیمیر^۱، ۱۹۹۵). محلول‌پاشی با سالیسیلیک اسید و پاکلوبوترازول باعث افزایش

تعداد دانه در ردیف

اثر دور آبیاری و مواد ضد تعرق بر این تعداد دانه در ردیف معنی دار و برهم کنش آن‌ها غیر معنی دار است (جدول ۴). مقایسه میانگین صفت مذکور نشان می‌دهد که با افزایش دور آبیاری به طور معنی داری تعداد دانه در ردیف کاهش می‌-

1- Zinselmeier

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات دور آبیاری و مواد ضد تعرق بر صفات مورد بررسی

تیمار	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در بلال	شاخص برداشت
دور آبیاری				
۷ روزه	۱۶/۶۲ ^a	۳۸/۳۷ ^a	۶۳۸/۶۹ ^a	۴۲/۰۰ ^a
۱۱ روزه	۱۶/۰۸ ^a	۳۷/۰۴ ^b	۵۹۶/۵۳ ^b	۳۹/۶۴ ^a
۱۵ روزه	۱۵/۵۲ ^a	۳۴/۴۷ ^c	۵۳۶/۰۳ ^c	۳۶/۵۶ ^a
مواد ضد تعرق				
اسید سالیسیلیک	۱۶/۳۰ ^a	۳۷/۳۴ ^a	۶۰۹/۸۵ ^a	۳۹/۹۵ ^a
پاکلوبوترازول	۱۶/۰۹ ^a	۳۶/۵۰ ^b	۵۸۸/۴۹ ^b	۳۹/۷۳ ^a
بدون مصرف ماده	۱۵/۸۴ ^a	۳۶/۰۴ ^c	۵۷۲/۹۲ ^b	۳۸/۵۳ ^a

اختلاف بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند از نظر آماری معنی‌دار نیست.

کاهش یافت. اواتر و همکاران^۲ (۱۹۸۷) اعتقاد دارند که مرحله گرده‌افشانی و ظهور کاکل بلال و هم‌چنین دو هفته پس از آن حساس‌ترین دوره ذرت نسبت به تنش آب بوده و در طی این مدت اجزاء عملکرد و خصوصاً تعداد دانه‌ها در هر بلال به شدت کاهش می‌یابد. تحقیقات انجام شده توسط جانز و همکاران^۳ (۱۹۸۵) نشان داد ادامه کمبود آب در دوره گل‌دهی به‌طور عمده تعداد دانه در بلال را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

بیشترین تعداد دانه در بلال (۶۰۹/۸۵) از محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید به دست آمد که باعث افزایش معنی‌دار این تیمار به میزان ۶/۰۶ درصد نسبت به شاهد شد. در صورتی که پاکلوبوترازول از این نظر اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت. بالاتر بودن تعداد دانه در بلال در تیمار سالیسیلیک اسید نسبت به پاکلوبوترازول عمدتاً به بیشتر بودن تعداد دانه در ردیف ارتباط دارد.

شاخص برداشت

شاخص برداشت نشان‌دهنده چگونگی تسهیم مواد پرورده بین بخش‌های رویشی گیاه و دانه می‌باشد. در این تحقیق تیمارهای مورد نظر بر روی شاخص برداشت اثر معنی‌داری نداشتند. سینکلر و همکاران^۴ (۱۹۹۰)

معنی‌دار تعداد دانه در ردیف به میزان ۳/۴۹ و ۱/۲۷ درصد نسبت به شاهد شد. این موضوع می‌تواند بر اثر ویژگی سالیسیلیک اسید و پاکلوبوترازول در تنظیم هدایت روزه‌ای و کاهش تعرق گیاهان تیمار شده باشد (آساری- بوما و همکاران، ۱۹۸۶؛ خان و همکاران، ۲۰۰۳).

تعداد دانه در بلال

دور آبیاری و مواد ضد تعرق تاثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در بلال داشتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد بین سه دور آبیاری از نظر تعداد دانه در بلال اختلاف معنی‌داری وجود دارد. تعداد دانه در بلال حساس‌ترین جزء عملکرد به کمبود آب محسوب می‌شود. تنش آب در زمان گل‌دهی می‌تواند به خروج کاکل‌ها از غلاف بلال صدمه زند و باعث خشکی آن‌ها شده و تعداد دانه‌های تشکیل شده در بلال را کاهش دهد (زینسلمیر، ۱۹۹۵). چاسلر و وستگیت^۱ (۱۹۹۱) اظهار داشتند تنش رطوبتی در مراحل اولیه رشد دانه با کاهش تعداد دانه در بلال سبب کاهش عملکرد دانه ذرت می‌گردد. هم‌چنین تحت شرایط تنش شدید و متوسط تعداد دانه در بلال در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب به میزان ۹۹ و ۴۸ درصد

2- Ouattar *et al.*

3- Jones *et al.*

4- Sinclair *et al.*

1- Schussler & Westgate

نتیجه گیری

با توجه به اینکه تیمار سالیسیلیک اسید در هر سه دور آبیاری باعث افزایش عملکرد و اجزا عملکرد نسبت به تیمار بدون مصرف سالیسیلیک اسید در همان دور آبیاری شد کاربرد این ماده با توجه به قیمت نازل و غلظت پایین مصرف آن، هم در شرایط نرمال رطوبتی و هم در شرایط تنش خشکی می‌تواند سبب بهبود عملکرد شود. پاکلوبوترازول نیز با افزایش عملکرد در دو دور آبیاری ۱۱ و ۱۵ روزه ماده مناسبی جهت جلوگیری از کاهش عملکرد در شرایط تنش شدید و متوسط تشخیص داده شد. از طرفی کاهش عملکرد دانه نسبت به تیمار بدون مصرف ماده ضد تعرق با کاربرد پاکلوبوترازول در دور آبیاری ۷ روزه نشان داد استفاده از این ماده کند کننده رشد در شرایط مطلوب رطوبتی و در گیاه ذرت مناسب نمی‌باشد.

عقیده دارند که شاخص برداشت گیاه ذرت در تنش خشکی می‌تواند ثابت بماند زیرا همان‌طور که تنش خشکی باعث کاهش وزن خشک کل گیاه می‌شود عملکرد دانه نیز کاهش می‌یابد مگر این که تنش شدید باعث کاهش عملکرد دانه به میزان زیاد شود و در نتیجه شاخص برداشت کاهش پیدا کند. ولی بولانوس^۱ (۱۹۹۵) افزایش شاخص برداشت تحت شرایط خشکی را گزارش کرده است. قابل ذکر است نحوه اعمال تنش و زمان بروز تنش در این رابطه خیلی مهم بوده و می‌تواند روی شاخص برداشت تاثیر داشته باشد.

سالیسیلیک اسید و پاکلوبوترازول نیز تاثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت نداشتند. در مطالعات حسین و همکاران (۲۰۰۹) و ستیا و همکاران^۲ (۱۹۹۵) محلول-پاشی سالیسیلیک اسید و پاکلوبوترازول بر شاخص برداشت گیاهان مورد نظر تاثیری نداشت.

منابع

۱. خواجهویی نژاد، غ. ر.، کاظمی، ح. ا. آلیاری، ه. جوانشیر، ع. و آروین، م. ح. ۱۳۸۳. اثرات سطوح مختلف آبیاری و تراکم کاشت بر رشد رویشی و عملکرد ارقام سویا در کشت دوم در کرمان. مجله علمی کشاورزی، ویژه‌نامه مهندسی علوم آب، ۲۷: ۶۸-۸۸.
۲. زعفریان، ف. ۱۳۸۱. تاثیر تراکم بوته، آرایش کاشت و تقسیم کود نیتروژن بر صفات کمی و کیفی عملکرد ذرت سینگل کراس ۷۰۴. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی، ۱۸۶ ص.
۳. سرمدنیا، غ. ح. و کوچکی، ع. ۱۳۶۸. جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم. (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۳۰۲ ص.
۴. عنابی میلانی، ا. ۱۳۸۱. ارزیابی تأثیر رژیمهای آبیاری در اجزاء عملکرد و کارایی مصرف آب گندم در یک خاک شور. مجله علوم خاک و آب، ۱۶ (۱): ۱۲۱ تا ۱۳۵.
۵. محلوچی، م.، موسوی، س. ف. و کریمی، م. ۱۳۷۹. اثر تنش رطوبتی و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوبیا چیتی، نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴(۱): ۵۷-۶۷.

1- Bolanos

2- Setia et al.

۶. یزدانی، ن.، ارزانی، ک. و ارجی، ع. ۱۳۸۶. تعدیل تنش خشکی با کاربرد پاکلوبوترازول در دو رقم زیتون (*Olea europaea* L.) بلیدی و میشن. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۸: ۲۹۶-۲۸۷.
7. Abraham, S.S., Abdul Jaleel, C., Chang-Xing, Z., Somasundaram, R., Azooz, M.M., Manivannan, P., and Panneerselvam, R. 2008. Regulation of growth and metabolism by paclobutrazol and ABA in *Sesamum indicum* L. under drought condition. G. J. Mol. Sci, 3 (2): 57-66.
 8. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No, 56, FAO, Rome, Italy, PP. 300.
 9. Asare-Boamah, N.K., Hofstra, G., Fletcher, R.A., and Dumbroff, E.B. 1986. Triadimefon protect bean plants from water stress through its effect on abscisic acid. Plant. Cell Physiol, 27:383-390.
 10. Ashrafuzzaman, M., Raziismail, M.M., Uddin, M.K., Shahidullah, S.M., and Sariah M. 2009. Paclobutrazol and bulb size effect on onion seed production. International Journal Agriculture & Bio, 245-250.
 11. Bano, A., Dorffling, K., Bettin, D., and Hahn, H. 1993. Abscisic acid and cytokinins as possible root- to-shoot signals in xylem sap of rice plants in drying soil. Australia, Journal Plant Physiology, 20:109-115
 12. Barres, H.D., and Weatherley, P.E. 1962. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. Australia Journal Biology Science, 15: 413-428.
 13. Berova, M., and Zlatev, Z. 2000. Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Plant Growth Regulation, 30: 117-123,
 14. Bolanos, J. 1995. Physiological basis for yield differences in selected maize cultivars from central America. Field Crops Research, 42: 69-80.
 15. Borsani, O., Valpuestan, V., and Botella, M. 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in Arabidopsis seedlings. Plant Physiology, 126: 1024-1030.
 16. Davies, T.D., Steffens, G.L., and Sankhla, N. 1988. Triazol plant regulators. Horticulture Review, 10: 63-104.
 17. Doorenbos, J., and Kassam, A.H. 1979. Yield response to water. FAO Irrigation and Drainage, Paper No, 33, FAO, Rome, Italy, p: 181.
 18. El-Khallal, S.M., Hathout, T.A., Ashour, A.A., and Kerit, A.A. 2009. Brassinolide and salicylic acid induced antioxidant enzymes, hormonal balance and protein profile of maize plants grown under salt stress. Research Journal Agriculture and Biology Science, 5(4): 380-390.

19. George, A.P., and Nissen, R.J. 1992. Effects of water stress, nitrogen and paclobutrazol on flowering, yield and fruit quality of the low-chill peach cultivar, Flordaprince. *Science Horticulture*, 49 (3-4):197-199.
20. Grossmann, K. 1990. Plant growth retardants as tools in physiological Research. *Plant Physiology*, 78: 640-648
21. Hussain, M., Malik, M.A., Farooq, M., Khan, M.B., Akram, M., and Saleem M.F. 2009. Exogenous Glycinebetaine and Salicylic Acid Application Improves Water Relations, Allometry and Quality of Hybrid Sunflower under Water Deficit Conditions. *Journal Agro & Crop Science*, 195: 98-109.
22. Iqtidar, A.K., and Hidayat-ur, R. 1995. Effect of paclobutrazol on growth, chloroplast pigments and sterol biosynthesis of maize (*Zea mays* L.). *Plant Science*, 105(1):15-21.
23. Jones, R.J., Roessler, J., and Ouattar, S. 1985. Thermal environment during endosperm cell division and grain filling in maize. Effect on kernel growth and development *in vitro*. *Crop Sci*, 25: 762-769
24. Khan, W., Prithviraj, B., and Smith, D.L. 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Plant Physiology*, 160: 485-492.
25. Klessing, D.F., and Malamy, J. 1994. The salicylic acid signal in plants. *Plant Molecule Biology*, 26: 1439-1458.
26. Koutroubas, S.D., Vassiliou, G., Fotiades, S., and Alexoudis, C. 2004. Response of sunflower to plant growth regulators. 4th Int Crop Science Cong, 851-856.
27. Kraus, T., and Fletcher, R. 1994. Paclobutrazol protects wheat seedlings from heat and paraquat injury. Is detoxification of active oxygen involved? *Plant Cell Physiol*, 35: 45-52.
28. Kraus, T.E., Mckersie, B.D., and Fletcher, R. A. 1995. Paclobutrazol-induced tolerance of wheat leaves to paraquat may involve increased antioxidant enzyme activity. *Journal Plant Physiology*, 145: 570-576.
29. Mackay, C., Hall, J., Hofstra, G., and Fletcher, R. 1990. Uniconazole-induced changes in abscisic acid, total amino acids and proline in *Phaseolus vulgaris*. *Pesti. Biochemistry Physiology*, 37:74-82.
30. Navarro, A., Sanchez-Blanco, J., and Banon, S. 2007. Influence of paclobutrazol on water consumption and plant performance of *Arbutus unedo* seedlings. *Science Horticulture*, 111:133-139
31. Nemeth, M., Janda, T., Horvath, E., Paldi, E., Szalai, G. 2002. Exogenous salicylic acid increases polyamine content but may decrease drought tolerance in maize. *Plant Science*, 162: 569-574.
32. Ouattar, S., Jones, R.J., Crookston, R.K., and Kajeiou, M. 1987. Effect of drought on water relation of developing maize kernels. *Crop Science*, 27: 730-735.

33. Percival, G.C., and Salim AlBalushi, A.M. 2007. Paclobutrazol-induced Drought Tolerance in Containerized English and Evergreen Oak. *Arbo & Urban Forestry*, 33 (6): 397–409.
34. Rademacher, W. 1995. Growth retardants: biochemical features and applications in horticulture. *Acta Horticulture*, 394: 57–73.
35. Schussler, J.R., and Westgate, M.E. 1991. Maize kernel set at low water potential: I. sensitivity to reduced assimilates during early. Kernel growth. *Crop Science*, 31: 1189-1195.
36. Senaratna, T., Mackay, C., McKersie, B., and Fletcher, R. 1988. Uniconazole-induced chilling tolerance in tomato and its relationship to antioxidant content. *Journal Plant Physiology*, 133: 56–61.
37. Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E., and Dixon, K. 2000. Acetylsalicylic (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regulation*, 30: 157-161.
38. Setia, R.C., Bhathal, G., and Setia, N. 1995. Influence of paclobutrazol on growth and yield of *Brassica carinata* A.Br. *Plant Growth Regulation*, 16:121-127.
39. Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fatkhutdinova, R.A., and Fatkhutdinova, D.R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science*, 164: 317-322.
40. Sinclair, T.R., Bennett, J.M., and Muchow, R.C. 1990. Relative sensitivity of grain yield and biomass accumulation to drought in field grown maize. *Crop Science*, 30: 690-693.
41. Wang, S.Y., Sun, T., Jil, Z.L., and Faust, M. 1987. Effect of Paclobutrazol on Water Stress-Induced Abscisic Acid in Apple Seedling Leaves. *Plant Physiology*, 84: 1051-1054.
42. Win, K., Berkowitz, G.A., and Henninger, M. 1991. Antitranspirant – induced increases in *leaf* water potential increase tuber calcium and decreases tuber necrosis in water stressed potato plants. *Plant physiology*, 96(1):116 -120.
43. Yadav, S.K., and Kumar, A. 1998. Effect of some antitranspirant on water relation ,N R-acthivity and seed yield of Rabi maize under limited irrigation. *Indian. Journal Agriculture Research*, 32 (1):57-60.
44. Zhu, L.H., Peppel, A.V., Li, X.Y., and Welander, M. 2004. Changes of leaf water potential and endogenous cytokinins in young apple trees treated with or without paclobutrazol under drought condition. *Science Horticulture*, 99: 133–141.
45. Zinselmeier, C., Westage, M.E., and Jones, R.J., 1995. Kernel set at low water potential does not vary with source/sink ratio in maize. *Crop Science*, 35:158-163.