



علوم و تحقیقات بذر ایران
سال چهارم / شماره دوم / ۱۳۹۶ (۳۰ - ۱۷)

DOI: 10.22124/jms.2017.2410

تأثیر پیش تیمارهای هورمونی مختلف بر میزان رشد و عملکرد دانه ذرت در شرایط سطوح مختلف آبی

الناز فرج‌زاده معماری تبریزی^{۱*}، مهرداد یارنیا^۲، وحید احمدزاده^۳، نوشین فرج‌زاده معماری تبریزی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۱۳

چکیده

این بررسی با هدف مطالعه تاثیر سطوح آبی (آبیاری پس از ۷۰ و ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) و پرایمینگ با هورمون‌های مختلف (شاهد، اسیدسالسیلیک، سیتوکنین و جیبرلین) با غلظت‌های مختلف (شاهد، ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام) در سه تکرار و با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۴ در مزارع دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملکان بر روی ذرت رقم ۷۰۴ انجام شد. با توجه به نتایج تجزیه واریانس، سطوح آبیاری و نوع هورمون بر تمامی صفات اثر معنی‌داری داشت و تنها اثر نوع هورمون بر وزن صدانه غیرمعنی‌دار بود. غلظت‌های مختلف هورمون‌ها در صفات ارتفاع بوته، بیوماس، قطر بلال، تعداد دانه در یک بلال، تعداد دانه در یک ردیف، وزن صدانه و عملکرد دانه اثر معنی‌داری داشت. آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر موجب کاهش عملکرد دانه، وزن صدانه و تعداد دانه در بلال ذرت و پرایمینگ با هورمون‌های مختلف سبب افزایش عملکرد دانه ذرت حتی در شرایط آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر گردیدند. غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسیدسالسیلیک به ترتیب ۳۳/۳ و ۳۸/۸ درصد و غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام سیتوکنین و جیبرلین به ترتیب ۶۵/۱ و ۴۹/۱ درصد عملکرد ذرت را افزایش دادند. کم‌آبی و پرایمینگ هر دو با تاثیر بر اجزای اصلی عملکرد دانه (تعداد دانه و وزن صدانه) تغییرات عملکرد دانه ذرت را باعث شدند.

واژه‌های کلیدی: اسیدسالسیلیک، جیبرلین، ذرت، سیتوکنین، کم‌آبی

۱- استادیار گروه زراعت، واحد ملکان، دانشگاه آزاد اسلامی، ملکان، ایران

۲- دانشیار گروه زراعت، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۳- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

* نویسنده مسئول: Farajzadeh_e@malekani.ac.ir

مقدمه

(Lekić, 2012). جوانه‌زنی به شدت به کمبود آب حساس است. در طی پرایمینگ بذر مراحل اول و دوم جوانه‌زنی را کامل کرده و فقط به یک شیب مطلوب جذب آب به منظور شروع رشد ریشه‌چه نیازمند است (Moradi *et al.*, 2011). در طی پرایمینگ جذب آب و کمون جوانه‌زنی طی شده، ولی خروج ریشه‌چه صورت نمی‌گیرد و بعد از کشت با توجه به طی شدن دو مرحله اول جوانه‌زنی، بذرها به سرعت و بطور یکنواخت جوانه می‌زنند. از فواید این تیمار می‌توان به افزایش درصد جوانه‌زنی، خروج یکنواخت‌تر و سریع‌تر گیاهچه‌ها، پیشرفت بلوغ، دامنه دمایی وسیع‌تر برای جوانه‌زنی، اصلاح سلول‌های آسیب‌دیده، کاهش موانع رشد جنین، افزایش سنتز پروتئین، حذف خفتگی بذر، افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی هنگام کشت و افزایش قدرت نمو گیاه اشاره کرد. در نتیجه آماده‌سازی بذر تغییرات مولکولی و بیوشیمیایی متعددی شامل افزایش سنتز ماکرو مولکول‌ها، فعالیت آنزیم‌ها و تشکیل متابولیت‌های مختلف رخ می‌دهد. فعالیت‌های آنزیمی و متابولیکی، سنتز پروتئین‌ها از جهت کمی و کیفی و فعالیت‌های تنفسی و تشکیل آدنوزین تری فسفات که برای سنتز ماکرو مولکول‌ها، غشاها و مواد لازم برای دیواره سلولی لازم است در طول و بعد از آماده‌سازی بذر افزایش می‌یابد (Malekizadehtafti *et al.*, 2007). تیمار پرایمینگ باعث کوتاه کردن زمان کاشت تا ظاهر شدن و حفاظت بذرها از عوامل زنده و غیرزنده در مرحله بحرانی استقرار گیاهچه می‌شود. همچنین این تیمارها یکنواختی ظاهر شدن را موجب می‌شوند که منجر به استقرار یکنواخت و بهبود عملکرد در محصول می‌شوند. در توجیه عملکرد ناشی از هیدروپرایمینگ همچنین می‌توان به استقرار سریع و مطلوب گیاهان و استفاده‌ی بیشتر آن‌ها از عناصر غذایی، رطوبت خاک و تشعشع خورشیدی اشاره داشت (Tabatabaei, 2013; Mohseni *et al.*, 2011). پرایمینگ بذور با هورمون‌های رشدی مانند اکسین، جیبرلین، اسیدآبسیزیک و اتیلن منجر به بهبود جوانه‌زنی و در نتیجه رشد گیاهان در شرایط عادی و تنش‌زا است (Tian *et al.*, 2014). توفیل و همکاران (Tufail *et al.*, 2013) با بررسی کاربرد سالیسیلیک‌اسید در ذرت مشاهده نمودند که کاربرد سالیسیلیک‌اسید میزان فتوسنتز، تعرق، هدایت

امروزه بشریت با مشکلاتی بر سر تولید گیاهان زراعی مواجه است که در بین آن‌ها کم‌آبی خطرناک‌ترین است. آب یک عامل خنک کننده است که نقش مهمی در بخش‌های عملکردی گیاهان بر عهده دارد. کم‌آبی در استقرار گیاهچه‌ها، رشد رویشی، فتوسنتز، رشد ریشه‌ها، تولید گرده، همزمانی گرده‌افشانی و ابریشم‌دهی، گرده‌افشانی و تشکیل دانه در ذرت تاثیر منفی می‌گذارد (Aslam *et al.*, 2013). در ذرت زمان و شدت تنش در تعیین عملکرد نهایی گیاه مهم هستند. در هنگام گرده‌افشانی خشکی شدیدترین تأثیر را می‌تواند روی عملکرد داشته باشد. شاخص برداشت برای ذرت‌های مناطق معتدله بالای ۰/۵ گزارش شده است. شاخص برداشت می‌تواند با کاهش مقدار آب در خاک کاهش یابد (Moser *et al.*, 2006).

سالیسیلیک‌اسید یک هورمون گیاهی طبیعی به عنوان یک مولکول سیگنال‌دهی مهم در گیاهان عمل می‌کند و اثرات متفاوتی بر مقاومت به عوامل تنش‌زای زیستی و غیر زیستی دارد (Yadegari and Shakerian., 2014). کاربرد سالیسیلیک‌اسید می‌تواند در تنظیم فرآیندهای مهم فیزیولوژیک مانند باز و بسته شدن روزنه‌ها، جذب یون‌ها، نفوذپذیری غشای سلولی، فتوسنتز و رشد گیاه نقش مهمی ایفا کند. ترکیب فنولیکی سالیسیلیک‌اسید نقش مهمی، در پاسخ‌های دفاعی گیاهان در برابر پاتوژن‌ها بر عهده دارد. محلول پاشی سالیسیلیک‌اسید منجر به افزایش رشد ریشه‌ها، اندام هوایی و تجمع ماده خشک در گیاهان می‌گردد (Yadegari and Shakerian., 2014). سالیسیلیک‌اسید همچنین منجر به افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی، غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، منگنز، میزان کربوهیدرات‌ها و مقدار پروتئین برگ‌ها می‌گردد. سالیسیلیک‌اسید رادیکال‌های آزاد سوپراکسید را تجزیه می‌کند (Yadegari and Shakerian., 2014). اثرات مثبت زیادی توسط محققان در اثر پرایمینگ بذرها، گیاهان گزارش شده است. بنیه بذرها بسته به نوع بذر و محیط با سرعت کم یا زیاد بعد از رسیدگی فیزیولوژیک دچار کاهش می‌شود. اما پرایمینگ بذرها، گیاهان منجر به افزایش بنیه بذرها و بهبود خصوصیات جوانه‌زنی آن می‌شود (Draganić and

روزنه‌ای، غلظت دی‌اکسیدکربن زیر محفظه روزنه، مقدار کلروفیل *b* و کاروتنوئیدها را در هر دو ژنوتیپ مورد بررسی ذرت کاهش می‌دهد. این محققین مشاهده نمودند که غلظت ۰/۵ میلی‌مولار سالسیلیک‌اسید در مقایسه با ۰/۲۵ میلی‌مولار تاثیر بیشتری در رشد، تبادلات گازی روزنه‌ها، ویژگی‌های بیوشیمیایی و عملکرد ذرت داشت. پژوهشگران مشاهده نمودند که تحت شرایط کم‌آبی، پیش تیمار جیبرلین افزایش معنی‌داری را در وزن خشک گیاهچه، قدرت گیاهچه، و سرعت جوانه‌زنی بذرهای ذرت می‌شود (Khatami et al., 2015).

این بررسی با هدف تأثیر پرایمینگ بذرهای ذرت با غلظت‌های مختلف اسیدسالسیلیک، جیبرلین و سیتوکنین بر رشد و عملکرد ذرت تحت شرایط کم‌آبی انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۴ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملکان اجرا گردید. براساس طبقه‌بندی اقلیمی دوماستن، منطقه دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد است. میانگین دمای سالانه ۱۰ درجه سلسیوس، میانگین حداکثر دمای سالانه ۱۶ درجه سلسیوس و میانگین حداقل دمای سالانه ۲/۲ درجه سلسیوس است. میانگین بارندگی سالانه‌ی این ناحیه ۲۷۱/۳ میلی‌متر است، pH خاک‌های منطقه در محدوده‌ی قلیایی تا متوسط قرار دارد و خطر شوری قابل ملاحظه‌ای در سطح الارض خاک‌ها وجود ندارد. آزمایش به صورت اسپلینت پلات فاکتوریل بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. عامل اول شامل دو سطح آبیاری بر اساس میزان تبخیر از تشتک کلاس A (آبیاری پس از ۷۰ و ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A) به عنوان عامل اصلی، عامل نوع ترکیب برای پرایمینگ (شاهد، سیتوکنین از منبع کینتین، جیبرلین و اسیدسالسیلیک) و عامل سوم غلظت محلول‌های مورد استفاده (۰، ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام) بود. هر تکرار آزمایش شامل ۲ کرت اصلی با فاصله دو ردیف نکاشت و هر کرت اصلی شامل ۱۲ کرت فرعی بود. هر کرت فرعی شامل ۴ ردیف با فاصله ردیف ۷۰ سانتی‌متر بود. فاصله بذور روی ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر بود. کاشت به صورت دستی و در

عمق ۳ تا ۴ سانتی‌متری و در اردیبهشت ماه صورت گرفت و آبیاری مزرعه بر حسب نیاز کانوپی و بسته به شرایط آب و هوایی منطقه بدون اعمال هر گونه تنش محیطی تا مرحله ۶ برگگی به طور مرتب انجام شد. بعد از این مرحله تیمارهای تنش بر اساس تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A با مقادیر ۷۰ و ۱۴۰ میلی‌متر انجام شد. رقم مورد استفاده در این مطالعه رقم ۷۰۴ ذرت بود. کود اوره به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد که ۱۰۰ کیلوگرم آن قبل از کاشت مصرف گردید. همچنین قبل از کاشت ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره به کار برده شد. ارتفاع ساقه از محل طوقه تا انتهای تاسل در زمان برداشت در پنج بوته تصادفی اندازه‌گیری و میانگین آنها محاسبه گردید. پس از خرد کردن بوته و قرار دادن آنها در پاکت‌های کاغذی، به آون الکتریکی با دمای ۷۰ درجه سلسیوس منتقل و پس از ۲۴ ساعت نمونه‌ها از آون خارج و وزن خشک آن با ترازوی دیجیتال با دقت اندازه‌گیری یک صدم و بر حسب گرم اندازه‌گیری شد. میانگین قطر بلال با کولیس در ابتدا، وسط و انتهای بلال در ۵ بوته از هر کرت محاسبه گردید. تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بلال در ۵ بوته‌ی تصادفی در هر کرت شمارش و میانگین آن‌ها مد نظر قرار گرفت. ۵ نمونه حاوی ۱۰۰ بذر از هر بلال که از ۵ بوته در هر کرت انتخاب شده بودند با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت یک صدم بر حسب گرم توزین و میانگین آن‌ها به عنوان وزن صددانه منظور شد. برداشت نهایی از مساحتی معادل یک مترمربع از بوته‌های موجود در ردیف دوم کاشت از هر کرت انجام گردید. سپس دانه‌ها از بلال جدا شده و وزن دانه‌ها در بوته‌های یک متر مربع اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک (بیوماس) محاسبه گردید (El Naim et al., 2012).

قبل از تجزیه آماری تست نرمال بودن داده‌های کلیه صفات با استفاده از چولگی و کشیدگی از طریق نرم‌افزار SPSS انجام شد و سپس تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده از اندازه‌گیری صفات مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار Mstat-c انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون

طور معنی‌داری ارتفاع بوته‌های ذرت را افزایش دادند (جدول ۳). در بررسی مشابه‌ای خان و همکاران (Khan *et al.*, 2011) نیز مشاهده نمودند که پرایمینگ بذرهای گندم با جیبرلین ارتفاع بوته‌های گندم را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد. در ذرت تاثیر پرایمینگ بذرها با کینتین مورد مطالعه قرار نگرفته است، ولی ال‌دسوگوی و همکاران (Aldesuquy *et al.*, 2013) در بررسی که در زیره سبز انجام دادند افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته را با پرایمینگ بذور با کینتین بدست‌آوردند. هورمون‌ها از طریق افزایش رشد و تقسیم سلول، می‌توانند رشد بوته‌ها را افزایش دهند. چرا که رشد طولی بوته‌های گیاهان وابسته به افزایش رشد سلول‌ها و تقسیم‌ها است. هورمون جیبرلین یکی از مهمترین هورمون‌ها در افزایش رشد طولی سلول‌ها است (Ghandian Zanjani and Eradatmand Asli, 2014).

در بررسی حاضر غلظت‌های بالای کینتین ارتفاع بوته‌های ذرت را به طور معنی‌داری کاست. در بررسی حاضر غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام (ppm) هورمون‌های مورد بررسی ۷ درصد بر ارتفاع بوته‌های ذرت افزود. ولی بین غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام هورمون‌های مورد بررسی از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴).

زیست توده

در این مطالعه در تمامی ترکیب‌های هورمونی مورد بررسی آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر زیست توده بوته‌های ذرت را به طور معنی‌داری کاهش داد. در تیمارهای شاهد، اسیدسالسیلیک، سیتوکینین و جیبرلین با افزایش دور آبیاری از ۷۰ به ۱۴۰ روز زیست توده بوته‌های ذرت به ترتیب به میزان ۲۵/۷، ۳۵/۷ و ۱۶/۶ و ۲۱ درصد کاهش یافت (جدول ۵). در بررسی مشابه‌ای واناجا و همکاران (Vanaja *et al.*, 2011) نیز کاهش ۵۴ درصدی زیست توده بوته‌های ذرت را با کم‌آبی مشاهده نمودند. لذا کم‌آبی از پتانسیل بالایی در کاهش زیست توده بوته‌های ذرت دارد. فیزیولوژیست‌ها بر این باورند که تجمع ماده خشک در بخش‌های مختلف گیاهان با کاهش میزان فتوسنتز تحت تاثیر خشکی کاهش می‌یابد (Quero *et al.*, 2008).

دانکن استفاده شد. برای ترسیم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج به دست آمده از این بررسی سطوح آبیاری بر کلیه صفات مورد بررسی اثر معنی‌داری داشت. همچنین اثر نوع هورمون نیز بر تمامی صفات (به استثناء وزن صدانه) معنی‌دار بود. اثر متقابل سطوح آبیاری در نوع هورمون در صفات بیوماس و وزن صدانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. غلظت‌های مختلف هورمون‌ها در صفات بیوماس، قطر بلال، تعداد دانه در یک بلال، تعداد دانه در یک ردیف، وزن صدانه و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و در صفت ارتفاع در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌داری داشت. اثر متقابل سطوح آبیاری در غلظت هورمون در صفات تعداد دانه در بلال و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت. اثر متقابل نوع هورمون در غلظت‌های مختلف هورمون در صفات بیوماس و عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱).

ارتفاع بوته

در این بررسی آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر سبب کاهش ارتفاع بوته‌های ذرت گردید، در این شرایط ارتفاع بوته با ۱۶۸ سانتی‌متر در مقایسه با تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر به میزان ۹/۶ درصد کمتر بود (جدول ۲). اسکیریسز و اینزه (Skiryecz and Inze, 2010) اظهار داشتند در گیاهان تحت شرایط تنش فعالیت مریستم انتهایی کاهش می‌یابد. آس و همکاران (Asch *et al.*, 2001) گزارش نمودند که تنش کوتاه مدت تاثیری روی ارتفاع بوته‌های ذرت نداشت. اما تنش شدید منجر به کاهش ارتفاع بوته‌های ذرت شد.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته ذرت تحت تاثیر نوع هورمون نشان داد که هر سه هورمون با تاثیر مشابه افزایش معنی‌داری را در ارتفاع بوته‌های ذرت دارند. به عبارتی تیمارهای اسیدسالسیلیک، سیتوکینین و جیبرلین به

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ذرت
Table 1. Variance analysis of evaluated traits in maize

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع Plant height	زیست توده Biomass	قطر بلال Ear diameter	طول بلال Ear length	تعداد دانه در یک بلال Number of grain per ear	تعداد دانه در یک ردیف Number of grain per row	وزن صد دانه 100 kernel weight	عملکرد دانه Grain yield
تکرار Replication	2	195.902 ^{ns}	4.802 ^{ns}	0.052 ^{ns}	13.498 ^{ns}	27521.968 ^{ns}	113.80 ^{ns}	0.611 ^{ns}	84982.78 ^{ns}
سطوح آبی Irrigation levels	1	9751*	10922**	5.014**	615.420**	407147.836*	1009.50 ^{ns}	44.651**	1390667.19**
خطای اصلی Main error	2	212.383	58.512	0.094	12.803	14176.850	68.17	1.085	31527.40
نوع هورمون Hormone Type	3	3425**	668.437**	0.671**	65.146**	34419.054**	89.39**	1.308 ^{ns}	93874.22**
سطوح آبی × نوع هورمون Irrigation levels × Hormone Type	3	385 ^{ns}	284.427**	0.396 ^{ns}	47.306 ^{ns}	1980.413 ^{ns}	9.459 ^{ns}	4.188**	8245.60 ^{ns}
غلظت‌های مختلف هورمون Hormone different concentrations	2	1137*	544**	1.269**	51.244 ^{ns}	54430.476**	141.07**	7.142**	201043.45**
سطوح آبی × غلظت‌های مختلف هورمون Irrigation levels × Hormone different concentrations	2	633 ^{ns}	118.726 ^{ns}	0.007 ^{ns}	6.862 ^{ns}	20170.013**	47.43 ^{ns}	0.513 ^{ns}	64472.85**
ع هورمون × غلظت‌های مختلف هورمون Hormone Type × Hormone different concentrations ×	6	210.94 ^{ns}	127.671*	0.205 ^{ns}	2.677 ^{ns}	8942.986 ^{ns}	24.05 ^{ns}	2.113 ^{ns}	34812.87*
سطوح آبی × نوع هورمون × غلظت‌های مختلف هورمون Irrigation levels × Hormone Type × Hormon Hormone different concentrations	6	619.98 ^{ns}	76.674 ^{ns}	0.066 ^{ns}	17.126 ^{ns}	5365.373 ^{ns}	20.14 ^{ns}	1.247 ^{ns}	17132.29 ^{ns}
خطای فرعی Sub error	44	368.52	57.753	0.190	18.277	5101.117	16.107	1.204	15353.76
ضریب تغییرات(%)		10.68	8.71	7.26	14.19	21.10	19.34	4.79	22.58

ns, *, ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار بودن در سطح ۵ و ۱ درصد

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

جدول ۲- مقایسه میانگین ارتفاع بوته در سطوح مختلف آبیاری

Table 2. Mean comparison of plant height in irrigation different levels

ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Crop height (cm)	تیمار آبیاری Irrigation
186 a	آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر (Control) Irrigation after the cumulative pan evaporation readings reached at 70 mm
168 b	آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر (Water shortage) Irrigation after the cumulative pan evaporation readings reached at 140 mm

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

Means within a columns followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Duncan test.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مختلف در سطوح هورمونی متفاوت

Table 3. Mean comparison of different traits in different hormones levels

هورمون‌ها Hormones	تعداد دانه در بلال Number grain per ear	تعداد دانه در ردیف بلال Number of grain per row	ارتفاع بوته (سانتی متر) طول بلال (سانتی متر) قطر بلال (سانتی متر) Ear diameter (cm) Ear length (cm) Plant height (cm)
شاهد (Control)	275 b	17.47 b	5.71 b 27/34 b 160.1 b
اسیدسالیسیلیک (Salicylic acid)	349.3 a	21.51 a	6.12 a 31.62 a 183.3 a
سیتوکینین (Cytokinin)	354.5 a	21.57 a	6.05 a 30.69 a 182.9 a
جیبرلین (Giberellin)	374.9 a	22.44 a	6.117 a 30.89 a 192.6 a
LSD	47.98	2.69	0.29 2.87 12.90

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

Means within a columns followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Duncan test.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در غلظت‌های مختلف هورمون‌ها

Table 4. Mean comparison of evaluated traits in hormones different concentrations of hormones

غلظت Concentration	وزن صدانه (گرم) 100-Kernel weight (g)	تعداد دانه در ردیف بلال Number of grain per ear row	قطر بلال (سانتی‌متر) Ear diameter (cm)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)
شاهد (Control)	22.3 b	18.01 b	5.74 b	b 171.8
50	23.04 a	21.6 a	6.17 a	183.6 a
100	23.3 a	22.6 a	6.09 a	183.8 a
LSD	0.638	2.33	0.253	11.17

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

Means within a columns followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Duncan test.

افزایش سرعت پیری برگ‌ها تحت تاثیر خشکی می‌تواند دلیل کاهش وزن خشک بوته‌ها باشد (Zhang *et al.*, 2012).

محمدیان و همکاران (Mohammadian *et al.*, 2005) اظهار کردند که تحت شرایط خشکی رشد برگ‌ها و در نتیجه کربوهیدرات‌های تولیدی، کاهش می‌یابد. علاوه بر آن

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سطوح مختلف آبیاری

Table 5. Mean comparison of evaluated traits in irrigation different levels

هورمون‌ها hormones	سطوح مختلف آبیاری Irrigation different levels	وزن صدانه (گرم) 100 Kernel weight (g)	زیست‌توده (گرم) Biomass (g)
شاهد (Control)	70 mm	24.01 a	95.3 b
اسیدسالیسیلیک (Salicylic acid)	70 mm	23.88 a	105.8 a
سیتوکینین (Cytokinin)	70 mm	23.61 a	96.62 b
جیبرلین (Giberellin)	70 mm	23.24 ab	100.5 ab
شاهد (Control)	140 mm	21.06 c	d 61.3
اسیدسالیسیلیک (Salicylic acid)	140 mm	22.44 b	78.01 c
سیتوکینین (Cytokinin)	140 mm	22.43 b	80.82 c
جیبرلین (Giberellin)	140 mm	22.51 b	79.5 c
LSD		1.042	7.22

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

Means within a columns followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Duncan test.

معنی‌داری را در زیست توده بوته‌های ذرت باعث گردید. بیشترین زیست توده بوته‌های ذرت با ۱۰۱ گرم در بوته در غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام هورمون اسیدسالیسیک بدست‌آمد که در مقایسه با شاهد به میزان ۲۹/۴ درصد بیشتر بود. در این بررسی غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام سیتوکنین، ۸/۱ و ۱۹/۲ درصدی و غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلین نیز ۲۳/۳ و ۱۶/۶ درصد بر زیست توده بوته‌های ذرت افزود (جدول ۶). نتایج مشابه‌ای توسط سایر محققان گزارش شده است. خان و همکاران (Khan *et al.*, 2013) در بررسی تاثیر پرایمینگ بذور گندم را با هورمون کینتین مشاهده نمود که پرایمینگ بذرهای گندم با کینتین باعث افزایش وزن خشک بوته‌های گندم می‌گردد. این محققین افزایش ۳۳ درصدی را در وزن خشک بوته تحت تاثیر پرایمینگ بذرهای گندم با جیبرلین مشاهده نمودند. نواز و همکاران (Nawaz *et al.*, 2013) نیز افزایش رشد رویشی گندم را با پرایمینگ بذرهای گندم با جیبرلین گزارش نمودند.

در این مطالعه در آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر زیست توده بوته‌های ذرت در تیمار اسیدسالیسیک در مقایسه با شاهد و سیتوکنین بیشتر بود. در آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر زیست توده در تیمارهای اسیدسالیسیک، سیتوکنین و جیبرلین در مقایسه با شاهد بیشتر بود. ولی بین تیمارهای اسیدسالیسیک، سیتوکنین و جیبرلین از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. تاثیر مثبت پرایمینگ با هورمون‌های گیاهی بر زیست توده گیاهان، در سایر بررسی‌ها نیز گزارش شده است. نواز و همکاران (Nawaz *et al.*, 2013) افزایش رشد رویشی گندم را با پرایمینگ بذرهای گندم با جیبرلین گزارش نمودند. در بررسی دیگری السدیقی و همکاران (Aldesuquy *et al.*, 2013) نیز تاثیر پرایمینگ بذرهای گندم را با کینتین بررسی و گزارش نمودند که پرایمینگ بذرهای گندم با کینتین ۱۰ درصد بر زیست توده گندم می‌افزاید. در این بررسی هر دو غلظت سه هورمون اسیدسالیسیک، سیتوکنین و جیبرلین افزایش

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سطوح مختلف هورمونی با غلظت‌های متفاوت

Table 6. Mean comparison of evaluated traits in harmonic different levels with different concentrations

هورمون‌ها hormones	غلظت Concentration	عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Grain yield (g/m ²)	زیست‌توده (گرم) Biomass (g)
شاهد (Control)	شاهد (Control)	369.9 c	78.6 f
شاهد (Control)	50	506.5 bc	77.6 f
شاهد (Control)	100	450.9 c	78.6 f
اسیدسالیسیک (Salicylic acid)	شاهد (Control)	417.1 c	84.2 cdef
اسیدسالیسیک (Salicylic acid)	50	675.4 a	89.5 bcde
اسیدسالیسیک (Salicylic acid)	100	625.2 ab	100.3 a
سیتوکنین (Cytokinin)	شاهد (Control)	484.5 bc	81.33 ef
سیتوکنین (Cytokinin)	50	502.6 bc	91.17 bcd
سیتوکنین (Cytokinin)	100	743.8 a	93.67 abc
جیبرلین (Giberellin)	شاهد (Control)	514.2 bc	83.05 def
جیبرلین (Giberellin)	50	626.6 ab	95.5 ab
جیبرلین (Giberellin)	100	671.1 a	91.45 bcd
مقادیر LSD	شاهد (Control)	144.2	8.84

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

Means within a columns followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Duncan test.

طول بلال

طول بلال ذرت در اثر اعمال تیمارهای اسیدسالسیلیک، سیتوکنین و جیبرلین در مقایسه با شاهد به ترتیب ۱۴/۸، ۱۲/۰۸ و ۱۲/۸ درصد افزایش یافت. بین تیمارهای اسیدسالسیلیک، سیتوکنین و جیبرلین از نظر آماری اختلافی از نظر طول بلال مشاهده نشد (جدول ۳). بررسی انجام گرفته توسط سایر محققان نیز نشان داده که اسیدسالسیلیک از ترکیبات موثر بر افزایش طول بلال ذرت است. زمانی نژاد و همکاران (Zamaninejhad et al., 2013) تاثیر محلول پاشی بوته‌های ذرت را با سالسیلیک اسید مورد مطالعه قرار داده و گزارش نمودند که محلول پاشی بوته‌های ذرت با سالسیلیک اسید به میزان ۲۴ درصد بر طول بلال‌های ذرت می‌افزاید.

قطر بلال ذرت

در این مطالعه پرایمینگ بذرهای ذرت با هورمون‌های اسیدسالسیلیک، سیتوکنین و جیبرلین، به ترتیب ۵/۲، ۷ و ۷ درصد بر قطر بلال ذرت افزود. بین تیمارهای اسیدسالسیلیک، سیتوکنین و جیبرلین از نظر قطر بلال ذرت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). در این بررسی هر دو غلظت هورمون‌های مورد بررسی افزایش معنی‌داری را در قطر بلال ذرت باعث شد. قطر بلال ذرت در دو تیمار ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام هورمون‌ها به ترتیب ۶/۱ و ۶ سانتی‌متر بود که در مقایسه با شاهد به ترتیب ۷ و ۵/۲ درصد بیشتر بود (جدول ۴).

تعداد دانه در ردیف بلال ذرت

هر سه هورمون مورد مطالعه افزایش مشابهی از نظر آماری در تعداد دانه در ردیف بلال داشتند. بطوری که تعداد دانه در ردیف بلال در تیمارهای اسید سالسیلیک، سیتوکنین و جیبرلین در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۲۳/۵، ۲۳/۵ و ۲۳/۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). همچنین هر دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام هورمون‌ها به ترتیب به میزان ۱۶/۶ و ۲۲/۲ درصد بر تعداد دانه در ردیف بلال ذرت افزود ولی بین دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام از نظر تعداد دانه در ردیف بلال ذرت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴).

تعداد دانه در بلال ذرت

مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در بلال ذرت تحت تأثیر نوع ترکیب نشان‌داد که هورمون‌های اسیدسالسیلیک، سیتوکنین و جیبرلین به ترتیب ۲۶/۹، ۲۸/۶ و ۳۶ درصد سبب افزایش در تعداد دانه در بلال ذرت شدند. (جدول ۳). افزایش تعداد دانه در بلال ذرت، در بررسی‌های انجام شده توسط سایر محققان نیز به دست آمده است. قدرت و همکاران (Ghodrat et al., 2013) تاثیر پرایمینگ بذرهای برنج را با جیبرلین بررسی و مشاهده نمودند که پرایمینگ بذرهای برنج با جیبرلین بر تعداد دانه در بوته برنج می‌افزاید. السدیقی و همکاران (Aldesuquy et al., 2013) نیز گزارش نمودند که پرایمینگ بذرهای گندم با کینتین ۳۲ درصد بر تعداد دانه‌های گندم می‌افزاید.

در این بررسی آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر و کاربرد هورمون‌ها تأثیری بر تعداد دانه در بلال ذرت نداشت ولی در سطح آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر تعداد دانه در بلال ذرت در دو تیمار ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام هورمون‌ها به ترتیب ۴۵۱ و ۴۶۲ عدد بدست‌آمد که در مقایسه با عدم پرایمینگ به میزان ۳۷/۹ و ۴/۲ درصد بیشتر بود. همچنین در تمامی تیمارهای غلظت‌های هورمون‌ها کم‌آبی از تعداد دانه بلال ذرت کاست (جدول ۷). در بررسی مشابه‌ای وفا و همکاران (Vafa et al., 2014) کاهش تعداد دانه در بلال ذرت را با اعمال کم‌آبی در مرحله تاسل‌دهی ذرت گزارش نمودند. تولید دانه در بلال وابسته به حضور اسمیلات‌ها است. در صورت کاهش میزان اسمیلات‌ها از تعداد دانه در بلال ذرت کاسته می‌شود (Emam et al., 2013). از دلایل کاهش تعداد دانه، کاهش میزان اسمیلات‌ها است. چرا که کاهش میزان اسمیلات‌ها تعداد دانه پر را در گیاهان کاهش می‌دهد (Niharika, 2013). همچنین از دلایل کاهش میزان تولید اسمیلات‌ها تحت شرایط خشکی، می‌توان به کاهش میزان فتوسنتز اشاره نمود (Talebi et al., 2013). بر اساس گزارش‌های دیگری تحت شرایط خشکی میزان توسعه سطح برگ و حتی ریزش برگ‌ها، منجر به کاهش سطح برگ‌ها می‌شود. کاهش ظرفیت فتوسنتزی کانوپی گیاهی به دلیل محدود شدن انتشار دی‌اکسیدکربن به داخل برگ‌ها به دنبال بسته شدن

مصرف انرژی، تولید ماده خشک و در نتیجه نیروی تولید گردد (Yi et al., 2014).

روزنه‌ها، کاهش در تشعشع فعال فتوسنتزی دریافتی و کاهش سطح برگ همگی ممکن است باعث کاهش کارایی

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در سطوح مختلف آبیاری

Table 7. Mean comparison of evaluated traits in irrigation different levels

غلظت Concentration	سطوح مختلف آبیاری Irrigation different levels	عملکرد دانه (گرم در متر مربع) Grain yield (g/m ²)	تعداد دانه در بلال Number of grain per ear
شاهد	70 mm	525.7 b	327.3 b
50	70 mm	749.5 a	451.3 a
100	70 mm	788.2 a	462.3 a
شاهد	70 mm	367.2 c	242.6 c
50	140 mm	405 c	257 c
100	140 mm	457.3 bc	290.1 bc
LSD		101.9	58.76

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن معنی‌دار نمی‌باشند.

Means within a columns followed by the same letter are not significantly different at the 5% level according to Duncan test.

تبخیر از تشتک در شرایط شاهد وزن صددانه در مقایسه با تیمارهای اسیدسالیسیک، سیتوکینین و جیبرلین کمتر بود رشد دانه‌ها وابسته به تامین آسمیلات‌ها از منابع مختلف است. با افزایش تامین آسمیلات‌ها بر رشد و اندازه دانه‌ها افزوده می‌شود (Mi et al., 2009). هایات و همکاران (Hayat et al., 2012) اظهار داشتند که کاربرد سالیسیلیک‌اسید میزان فتوسنتز و تولید کربوهیدرات‌ها را افزایش می‌دهد که این افزایش می‌تواند بر رشد و اندازه دانه‌ها موثر باشد. در این بررسی هر دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام هورمون‌های مورد بررسی وزن صددانه ذرت را به ترتیب ۳/۱ و ۴/۴ درصد افزایش داد. بین غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام هورمون‌ها از نظر وزن صددانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴).

عملکرد دانه

با توجه به نتایج این بررسی هر دو سطح آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کاربرد هورمون‌ها تأثیری بر عملکرد دانه‌های ذرت نداشت ولی در تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام هورمون‌ها به ترتیب ۴۲/۶ و ۵۰ درصد بر عملکرد دانه افزود. در این سطح آبیاری بین دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۷). همچنین کم‌آبی در مرحله رشد رویشی بیشترین کاهش را در عملکرد دانه ذرت باعث شد. نتایج مشابه‌ای توسط سایر

وزن صددانه

به غیر از تیمار جیبرلین، در سایر ترکیب‌ها کم‌آبی کاهش معنی‌داری را در وزن صددانه باعث شد و کمترین مقدار وزن صددانه در تیمار عدم پرایمینگ (شاهد) مشاهده شد. در تیمارهای شاهد، اسیدسالیسیک و سیتوکینین با افزایش دور آبیاری از آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر به آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر وزن صددانه به ترتیب ۱۲/۵، ۵ و ۵ درصد کاهش یافت (جدول ۵). وزن هزار دانه از اجزای مهم عملکرد دانه است (Abdul Majid et al., 2007). میزان آسمیلات ممکن است تحت‌تأثیر کم‌آبی در اثر کاهش در فتوسنتز کاهش یابد. در این مرحله کاهش در تعداد دانه هم سو با کاهش در توسعه سطح برگ و آسمیلات‌های قبل از گرده‌افشانی است (Sanjari Pireivatlou et al., 2011). وزن هزاردانه یکی از اجزای اصلی عملکرد دانه است که توسط سرعت و دوام پرشدن دانه تعیین می‌شود. پرشدن دانه توسط ژن‌های متعددی کنترل می‌شود، ولی طول دوره پرشدن تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد. وزن هزار دانه از صفات حساس به کم‌آبی است. کم‌آبی با کاستن از دوام پر شدن دانه، منجر به کاهش وزن هزار دانه می‌شود (Bahari, 2014).

در دور آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، بین ترکیبات مورد استفاده برای پرایمینگ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی در دور آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر

(Farhadi Atalo *et al.*, 2014) تاثیر پرایمینگ بذرهای کنجد با غلظت‌های مختلف (شاهد، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) را بر عملکرد کنجد بررسی و گزارش نمودند که پرایمینگ بذرهای کنجد با هر دو هورمون سیتوکینین و جیبرلین افزایش معنی‌داری را در عملکرد دانه کنجد باعث شد. در بررسی دیگری السدیقی و همکاران (Aldesuquy *et al.*, 2013) نیز تاثیر پرایمینگ بذرهای گندم را با کینتین بررسی و مشاهده نمودند که پرایمینگ بذرهای گندم با کینتین ۴۱ درصد بر وزن دانه‌های گندم می‌افزاید. این محققین از دلایل مهم افزایش رشد و عملکرد گندم تحت تاثیر پرایمینگ را تسریع در ظهور گیاهچه‌های گندم اشاره نمودند که منجر به افزایش میزان استفاده بوته‌های ظاهر شده از منابع می‌گردد. داوود و همکاران (Dawood *et al.*, 2012) گزارش نمودند که سالیسیلیک‌اسید میزان هورمون‌های گیاهی اکسین، سیتوکینین و زآیتین را افزایش و غلظت اسیدآبسیزیک را کاهش می‌دهد. تحت این شرایط عملکرد نیز تحت تاثیر این تغییرات افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت اقتصادی عملکرد دانه و نتایج به دست‌آمده از این بررسی غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام جیبرلین و سیتوکینین و ۵۰ پی‌پی‌ام اسیدسالیسیلیک می‌توانند نقش مهمی را در افزایش عملکرد دانه ذرت هم در شرایط آبیاری کامل (آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر) و هم در شرایط کم‌آبی (آبیاری پس از ۱۴۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر) داشته باشند.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی تحت عنوان «تأثیر پیش تیمارهای هورمونی مختلف بر جوانه‌زنی بذر و رشد رویشی و زایشی ذرت در شرایط کم‌آبی» و با بودجه دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملکان انجام گرفته است لذا تشکر و قدردانی می‌گردد.

محققان به دست آمده است. لی پینگ بال و همکاران (Li-Ping *et al.*, 2006) نیز گزارش نمودند که اعمال کم‌آبی در مرحله رشد رویشی کاهش شدیدی را با کاهش رشد اندام‌های فتوسنتز کننده در عملکرد دانه ذرت باعث می‌شود. با این وجود کم‌آبی در مراحل پس از گلدهی نیز کاهش شدیدی را با کاستن از تعداد و وزن دانه‌ها در عملکرد دانه ذرت باعث می‌شود. بررسی‌ها نشان داده که تعداد نهایی دانه‌ها و عملکرد دانه در ذرت با مقدار اسمیلات‌های ذخیره شده قبل از گلدهی همبستگی مثبتی دارد. بنابراین اعمال کم‌آبی قبل از گلدهی با کاهش ذخیره اسمیلاته منجر به کاهش تعداد دانه ذرت می‌شود. علاوه بر آن کم‌آبی سنتز هورمون‌های درگیر در تولید دانه را کاهش می‌دهد، لذا منجر به ضعیف شدن رابطه بین تولید اسمیلات‌ها، تعداد دانه و باروری گلچه‌ها می‌شود (Moosavi, 2012). از همچنین بر اساس اظهار نظر سایر محققین دلایل مهم کاهش در تعداد دانه و وزن دانه‌ها، کاهش دوره پرشدن دانه و کاهش سطح سبز گیاه قابل ذکر هستند (Araus *et al.*, 2012). موزر و همکاران (Moser *et al.*, 2006) گزارش نمودند خشکی قبل از گرده‌افشانی تعداد ردیف‌های بلال، تعداد دانه در هر ردیف و وزن هزار دانه را در ذرت کاهش می‌دهد. در این آزمایش همچنین استرس آبی منجر به افزایش شاخص برداشت شد. خشکی قبل از گرده‌افشانی به دلیل کاهش تعداد دانه باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود. در این بررسی هر سه هورمون مورد بررسی به طور معنی‌داری عملکرد دانه ذرت را افزایش داد. در تیمار اسیدسالیسیلیک هر دو غلظت ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام افزایش معنی‌دار به ترتیب ۳۳/۳ و ۳۸/۸ درصدی را در عملکرد دانه ذرت باعث گردید ولی در هورمون‌های سیتوکینین و جیبرلین تنها غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام عملکرد دانه ذرت را به ترتیب ۶۵/۱ و ۴۹/۱ درصد افزود (جدول ۶). تاثیر مثبت کاربرد جیبرلین و کینتین بر عملکرد دانه گیاهان، در سایر بررسی‌ها نیز مشاهده شده است. مزید (Mazid, 2014) در یک بررسی گلخانه‌ای، تاثیر پیش تیمار بذر نخود با غلظت‌های مختلف جیبرلین را به مدت زمان‌های مختلف بر رشد و عملکرد نخود بررسی نمودند. در این بررسی عملکرد دانه تحت تاثیر پیش تیمار با جیبرلین به میزان ۵۴ درصد افزایش یافت. فرهادی آتالو و همکاران

منابع

- Abdul Majid, S., Asghar, R. and Murtaza, G. 2007. Yield stability analysis conferring adaptation of wheat to pre- and post-anthesis drought conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 39(5): 1623-1637. **(Journal)**
- Aldesuquy, H.S., Baka, Z.A. and Mickky, B.M. 2013. Does exogenous application of kinetin and spermine mitigate the effect of seawater on yield attributes and biochemical aspects of grains? *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*, 9: 21-34. **(Journal)**
- Araus, J.L., Serret, M.D. and Edmeades, G.O. 2012. Phenotyping maize for adaptation to drought. *Frontiers in Plant Science*, 3: 1-8. **(Journal)**
- Asch, F., Andersen, M.N., Jensen, C.R. and Mogensen, V.O. 2001, Ovary abscisic acid concentration does not induce kernel abortion in field-grown maize subjected to drought. *European Journal of Agronomy*, 15: 119-129. **(Journal)**
- Aslam, M., Zamir, M.S.I., Afzal, I., Yaseen, M., Mubeen, M. and Shoaib, A. 2013. Drought stress, its effect on maize production and development of drought tolerance through potassium application. *Cercetări Agronomice în Moldova*, 5: 99-114. **(Journal)**
- Bahari, N. 2014. Evaluation of yield and some morphological traits of wheat under drought stress. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, (2): 42-46. **(Journal)**
- Dawood, M.G., Sadak, M.Sh. and Hozayen, M. 2012. Physiological role of salicylic acid in improving performance, yield and some biochemical aspects of sunflower plant grown under newly reclaimed sandy soil. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(4): 82-89. **(Journal)**
- Draganic, I and Lekic, S. 2012. Seed priming with antioxidants improves sunflower seed germination and seedling growth under unfavorable germination conditions. *Turkish Journal of Agriculture*, 36: 421-428. **(Journal)**
- El Naim, A.M., Jabereldar, A.A., Ahmed, S.E., Ismaeil, F.M., Ibrahim, E.A. 2012. Determination of suitable variety and plants per stand of cowpea (*Vigna unguiculata* L.Walp) in the sandy soil, Sudan. *Advances in Life Sciences*, 2(1): 1-5. **(Journal)**
- Emam, Y., Bahrani, H. and Maghsoudi, K. 2013. Effect of leaf defoliation on assimilate partitioning in maize (*Zea mays* L.) hybrid SC. 704. *Scientific Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 1(1): 26-33. **(Journal)**
- Farhadi Atalou, R., Mirshekari, B. and Safarzadeh Vishkaei, M.N. 2014. Hormonal seed priming with ga and kinetin influences seed and oil yields in two sesame (*Sesamum indicum*) cultivars. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 4 (2): 266 -270. **(Journal)**
- Ghandian Zanjan, M. and Eradatmand Asli, D. 2014. Impact of gibberllin treatment on protein fluctuations of Ri T-DNA carrier transgenic tobacco. *Journal of Applied Science and Agriculture*, 9(4): 1508-1514. **(Journal)**
- Ghodrat, V., Moradshahi, A., Rousta, M.J and Karampour, A. 2013. Improving yield and yield components of rice (*Oryza sativa* L.) by indolebutyric acid (IBA), gibberellic acid (GA₃) and salicylic acid (SA) pre-sowing seed treatments. *American-Eurasian Journal Agriculture and Environmental Science*, 13(6): 872-876. **(Journal)**
- Hayat, Q., Hayat, S., Alyemeni, M.N. and Ahmad, A. 2012. Salicylic acid mediated changes in growth, photosynthesis, nitrogen metabolism and antioxidant defense system in *Cicer arietinum* L. *Plant, Soil and Environment*, 58(9): 417-423. **(Journal)**
- Khan, M.B., Aman Gurchani, M., Hussain, M., Freed, S and Mahmood, K. 2013. Wheat seed enhancement by vitamin and hormonal priming. *Pakistan Journal of Botany*, 43(3): 1495-1499. **(Journal)**
- Khatami, S.R., Sedghi, M. and Sharifi, R.S. 2015. Influence of priming on the physiological traits of corn seed germination under drought stress. *Annals of West University of Timișoara, ser. Biology*, XVIII (1), pp. 1-6. **(Book)**
- Li-Ping, B., Fang-Gong, S., Ti-Da, G., Zhao-Hui, S., Yin-Yan, L and Guang-Sheng, Z. 2006. Effect of soil drought stress on leaf water status, membrane permeability and enzymatic antioxidant system of maize. *Journal of Pedosphere*, 16(3): 326-332. **(Journal)**

- Malekizadeh tafti, M., Tavakolafshari, R., Majnonhoseini, N., Naghdi badi, H. and Mehdizadeh, E. 2007. Effect of Osmoprimering on borage seed germination in order to optimize production. *Research of Medicinal and Aromatic Plants*, 22: 216-222. (In Persian)(**Journal**)
- Mazid, M. 2014. Seed priming application of gibberellic acid on growth, biochemical, yield attributes and protein status of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *International Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 5: 17-22. (**Journal**)
- Mi, G., Chen, F. and Zhang, F. 2009. Grain filling rate is limited by insufficient sugar supply in the large-grain wheat cultivar. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 1(3): 060-064. (**Journal**)
- Mohammadian, R., Moghaddam, M., Rahimian, H. and Sadeghian, S.Y. 2005. Effect of early season drought stress on growth characteristics of sugar beet genotypes. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29: 357-368. (**Journal**)
- Mohseni, A., Rezaei, R., Ramazani, M. and Mobaser, R. 2011. Osmoprimering effect on seed germination characteristics of maize hybrids. *Journal of Crop Physiology*, 2:53-62. (In Persian)(**Journal**)
- Moosavi, S.G. 2012. The effect of water deficit stress and nitrogen fertilizer levels on morphology traits, yield and leaf area index in maize. *Pakistan Journal of Botany*, 44(4): 1351-1355. (**Journal**)
- Moradi, E., Sharifzadeh, F., Tavakolafshari, R. and Moaliamiri, R. 2011. The effect of seed priming on germination and early growth long grass at the optimum moisture and drought. *Journal of Range*, 3: 462-473. (In Persian)(**Journal**)
- Moser, S.B., Feil, B., Jampatong, S. and Stamp, P. 2006. Effects of pre-anthesis drought, nitrogen fertilizer rate, and variety on grain yield, yield components, and harvest index of tropical maize. *Agricultural Water Management*, 81: 41–58. (**Journal**)
- Nawaz, A., Amjad, M., Khan, S.M., Afzal, I., Ahmed, T., Iqbal, Q. and Iqbal, J. 2013. Tomato seed invigoration with cytokinins. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 23(1): 121-128. (**Journal**)
- Niharika, S. 2013. Flower numbers, pod production, pollen viability are reduced with flower and pod abortion increased in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under heat stress. *Research Journal of Recent Sciences*, 2: 116-119. (**Journal**)
- Quero, J.L., Villar, R., Marañón, T., Zamora, R., Vega, D. and Sack, L. 2008. Relating leaf photosynthetic rate to whole-plant growth: drought and shade effects on seedlings of four *Quercus* species. *Functional Plant Biology*, 35: 725-737. (**Journal**)
- Sanjari Pireivatlou, A.G., Aliyev, R.T. and Sorkhi Lalehloo, B. 2011. Grain filling rate and duration in bread wheat under irrigated and drought stressed conditions. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 1(1): 69-86. (**Journal**)
- Skiryecz, A. and Inze, D. 2010. More from less: plant growth under limited water. *Current Opinion in Biotechnology*, 21: 197–203. (**Journal**)
- Tabatabaei, S.A. 2013. The effect of salicylic acid and gibberellin on enzyme activity and germination characteristics of wheat seeds under salinity stress conditions. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 6: 236-240. (**Journal**)
- Talebi, R., Hossien Ensafi, M., Baghebani, N., Karami, E. and Mohammadi, K. 2013. Physiological responses of chickpea (*Cicer arietinum*) genotypes to drought stress. *Environmental and Experimental Biology*, 11: 9–15. (**Journal**)
- Tian, Y., Guan, B., Zhou, D., Yu, J., Li, G. and Lou, Y. 2014. Responses of seed germination, seedling growth, and seed yield traits to seed pretreatment in maize (*Zea mays* L.). Hindawi Publishing Corporation. (**Book**)
- Tufail, A., Arfan, M., Gurmani, A.R., Khan, A. and Bano, A. 2013. Salicylic acid induced salinity tolerance in maize (*Zea mays*). *Pakistan Journal of Botany*. 45(S1): 75-82. (**Journal**)
- Vafa, P., Naseri, R., Moradi, M. and Jafarian, T. 2014. Evaluation of qualitative and quantitative traits of maize (cv. 604) under drought stress and plant density. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*, 10: 144-154. (**Journal**)
- Vanaja, M., Yadav, S.K., Archana, G., Jyothi Lakshmi, N., Ram Reddy, P.R., Vagheera, P., Abdul Razak, S.K., Maheswari, M. and Venkateswarlu, B. 2011. Response of C4 (maize) and C3 (sunflower) crop

- plants to drought stress and enhanced carbon dioxide concentration. *Plant, Soil and Environment*, 57 (5): 207–215. **(Journal)**
- Yadegari, M. and Shakerian, A. 2014. The effect salicylic acid and jasmonic acid foliar applications on essence and essential oil of salvia (*Salvia Officinalis* L.). *Journal of Applied Science and Agriculture*, 9(4): 1578-1584. **(Journal)**
- Yi, L., Shenjiao, Y., Shiqing, L., Xinping, C. and Fang, C. 2014. Growth and development of maize (*Zea mays* L.) in response to different field water management practices: Resource captures and uses efficiency. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150: 606–613. **(Journal)**
- Zamaninezhad, M., Khavari Khorasani, S., Jami Moeini, M. and Heidarian, A. 2013. Effect of salicylic acid on morphological characteristics, yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) under drought condition. *European Journal of Experimental Biology*, 3(2): 153-161. **(Journal)**
- Zhang, Y., Zhu, Y., Peng, Y., Yan, D., Li, Q., Wang, J., Wang, L. and He, Z. 2012. Gibberellin homeostasis and plant height control by EUI and a role for gibberellin in root gravity responses in rice. *Journal of Cell Research*, 18: 412-421. **(Journal)**



Effect of hormone treatments on the growth and grain yield of maize at different limited irrigation levels

Elnaz Farjzadeh Memari Tabrizi^{*1}, Mehrdad Yarnian², Vahid Ahmadzadeh³, Noshin Farjzadeh Memari Tabrizi³

Received: December 28, 2015

Accepted: May 2, 2016

Abstract

This experiment was conducted to examine the effect of irrigation water stress (irrigation after 70 and 140 mm evaporation from evaporation basin) and hormone priming (control, salicylic acid, cytokinin and gibberellin) at different concentrations (control, 50 and 100 ppm) on growth characteristics and grain yield of corn. The treatments were arranged as split plot factorial based on complete randomized blocks design with three replications in the experimental fields of Islamic Azad University, Malakan during 2015 growing season. Irrigation levels and hormone treatments had a significant effect most of the traits, except that seed weight showed no significant response to the type of hormone. Hormone application significantly increased plant height, biomass, ear diameter, number of seeds per ear, number of kernels in a row, mean seed weight, and seed yield. Irrigation after 140 mm evaporation from evaporation pan reduced seed yield, seed weight and seed number per ear of corn. Priming with various hormones increased corn yield even under irrigation after 70 mm evaporation from evaporation pan. 50 and 100 ppm concentrations of Salicylic acid increased seed yield by 33.3 and 38.8%, respectively. 100 ppm concentration of cytokinin and gibberellic acid increased con yield by 65.1 and 49.1%, respectively. Both hormone priming and irrigation after 140 mm evaporation from evaporation pan significantly affected yield components (number of seeds and 100 seed weight) of corn grain.

Keywords: Cytokinin; Jiberellin; Maize; Salicylic acid; Water shortage

How to cite this article

Farjzadeh Memari Tabrizi, E., Yarnian, M., Ahmadzadeh, V. and Farjzadeh Memari Tabrizi, N. 2017. Effect of different hormone treatments on the growth and grain yield of maize in irrigation different levels conditions. Iranian Journal of Seed Science and Research, 4(2): 17-30. (In Persian)(**Journal**)

DOI: [10.22124/jms.2017.2410](https://doi.org/10.22124/jms.2017.2410)

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research

The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit <http://jms.guilan.ac.ir/>

1- Assistant Professor, Deoartment of Agronomy, Malekan Branch, Islamic Azad University, Malekan, Iran

2- Associate Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

3- Young and Elite Researchers Club, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

* Corresponding Author: Farajzadeh_e@malekaniau.ac.ir