



دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

اثر کاربرد تنظیم کننده‌های رشد و کلسیم بر روابط آبی و برخی صفات فیزیولوژیکی در ذرت

هیبرید ۷۰۴ در شرایط کم آبیاری

جواد نجات^{۱*}، احمد نادری^۲، یحیی امام^۳، علیرضا باقری^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۱۰

چکیده

به منظور بررسی تاثیر پرایمینگ بذر با مواد تنظیم کننده رشد، کود کلسیم و تنش کمبود آب بر عملکرد و صفات وابسته به عملکرد در ذرت هیبرید ۷۰۴ این تحقیق در دو سال زراعی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۷ به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان مرو دشت اجرا گردید. فاکتورهای تحقیق شامل اعمال تنش کمبود آب در سه سطح شاهد (۱- آبیاری استاندارد: آبیاری پس از تخلیه ۵۰ رطوبت آب سهل‌الحصول، ۲- اعمال تنش ملایم: آبیاری پس از تخلیه ۶۰ رطوبت آب سهل‌الحصول و ۳- اعمال تنش شدید: آبیاری پس از تخلیه ۷۰ رطوبت آب سهل‌الحصول) بعنوان عامل اصلی، کاربرد کود کلسیم در سه سطح (۱- عدم استفاده از کود، ۲- مصرف یک لیتر و ۳- ۰/۵ لیتر کود کلسیم) بعنوان عامل فرعی که در مرحله ۸ برگی ذرت به صورت محلول پاشی انجام گردید و پرایمینگ بذر با مواد تنظیم کننده رشد در سه سطح (۱- پیش تیمار بذر با آب به مدت ۱۲ ساعت ۲- پیش تیمار بذر با هورمون اکسین به مدت ۱۲ ساعت و ۳- پیش تیمار بذر با هورمون براسینو استروئید به مدت ۱۲ ساعت) بعنوان عامل فرعی-فرعی بودند. نتایج نشان داد که بیشترین اثر بر عملکرد دانه، وزن بلال، تعداد ردیف در بلال و بیوماس در تیمارهای استفاده از هورمون اکسین و کاربرد کود کلسیم، در شرایط رطوبتی آبیاری استاندارد دارای اختصاص داشت. در هر دو سال انجام این تحقیق، بیشترین عملکرد دانه به ترتیب با ۱۴۷۸۰ و ۱۹۹۰۶ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار استفاده از هورمون اکسین و کاربرد نیم لیتر کود کلسیم در شرایط آبیاری استاندارد بود که با تیمار استفاده از هورمون اکسین و نیم لیتر کلسیم در شرایط تنش ملایم اختلاف معنی دار نداشت. کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار پیش تیمار بذر با آب و عدم استفاده از کود کلسیم در شرایط تنش شدید در هر دو سال با میانگین ۶۰۲۰ کیلو گرم در هکتار در سال اول و ۱۲۰۰۰ کیلو گرم در هکتار در سال

۱- گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. مسئول مکاتبات: javadnejat1982@gmail.com

۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، خوزستان، ایران.

۳- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

۴- گروه زراعت، واحد اقلید، دانشگاه آزاد اسلامی، اقلید، ایران.

دوم بود که کاهش ۴۰/۷ درصد در سال اول و ۶۰/۲ در سال دوم نسبت به بالاترین میزان عملکرد داشت. بطور کلی در تنش ملایم، کاربرد هورمون اکسین و کود کلسیم باعث کاهش اثر تنش شد.

کلمات کلیدی: اکسین، براسینو استروئید، پرایمینگ، خشکی، ذرت دانه ای، کلسیم ۲۸٪

نجات ج.، نادری، الف، امام، ی.، باقری، ع. اثر کاربرد تنظیم کننده های رشد و کلسیم بر روابط آبی و برخی

صفات فیزیولوژیکی در ذرت هیبرید ۷۰۴ در شرایط کم آبیاری. (۱۵):۵۲-۸۵-۷۰

مقدمه

تنش کمبود آب مهمترین عامل محدود کننده رشد و عملکرد غلات دانه ای از جمله ذرت (*Zea mays. L*) است و یکی از مهمترین تنش های غیر زنده است که با توجه به فصل و زمانی که واقع میشود، میتواند به صورت جدی باعث کاهش محصول منجر شود. در مناطق خشک و نیمه خشک، گیاه در طول رشد خود با دوره های کم آبی روبرو میشود. امام و نیک نژاد (2004). تنش خشکی هنگامی ایجاد میشود که رطوبت موجود در اطراف ریشه به حدی کاهش یابد که گیاه قادر به جذب آب کافی نباشد یا به عبارت دیگر تعرق از جذب آب بیشتر باشد. بنجامین (2007). ذرت به دلیل قدرت سازگاری بالا با شرایط اقلیمی گوناگون به سرعت در دنیا گسترش یافته به طوری که بعد از گندم و برنج بیشترین سطح کشت را به خود اختصاص داده است. فارغی و همکاران (2021). استفاده از ذرت در صنعت در مقایسه با سایر غلات به دلیل سادگی در کشت، برداشت، حمل و نقل و ذخیره سازی و عملکرد بالا در واحد سطح به تدریج افزایش یافته است آنر و گنیس (2019). ذرت یک محصول استثنایی است که می تواند به طور موثر به عنوان خوراک و علوفه برای رفع نیازهای غذایی مورد استفاده قرار گیرد حسن و درانی (2021). خشکسالی یا کمبود آب یکی از مهمترین تنش های غیر زیستی در دنیاست که باعث محدودیت در تولید غلات از جمله ذرت در شرایط دیم است بونیا (2020). امروز تامین آب مورد نیاز برای آبیاری محصولات در بخش کشاورزی محور بسیاری از چالشهای پیش روی بشر است چرا که یکی از عمده ترین مصرف کنندگان منابع آب در سطح جهان کشاورزان می باشند پرهیزکار و همکاران (2015). کم آبیاری از جمله روشهای افزایش بهره وری آب با دیدگاه افزایش تولید به ازای واحد مصرف آب است امیریان و همکاران (2021). پژوهشگران زیادی بر اهمیت تامین آب کافی در مرحله رشد رویشی ذرت تاکید کرده اند. به اعتقاد اغلب آنها، کمبود آب در مرحله رشد رویشی تاثیر کمتری بر عملکرد نهایی دارد. لیکن، از این لحاظ که بر گسترش برگ و توسعه ساقه تاثیر گذاشته و تجمع مواد در این اندامها را به شدت کاهش می دهد حایز اهمیت است می و همکاران (2018). در ایران، کشت ذرت در سالهای اخیر رونق زیادی یافته و استفاده از آن در تغذیه دام و طیور و مصارف صنعتی مورد توجه قرار گرفته است. از طرفی، تامین آب مورد نیاز در مراحل خاص رشد رویشی و زایشی ذرت دارای اهمیت میباشد سیالسی پور و همکاران (2006). آثار سوء ناشی از تنش آب بر رشد و نمو و عملکرد ذرت، بستگی به زمان وقوع تنش، شدت تنش، مرحله نمو و خصوصیات ژنتیکی گیاه دارد پاولو و رینالدی (2008). به طور معمول در اغلب گیاهان مشاهده شده است که مراحل نمو زایشی حساسیت بیشتری در برابر کمبود رطوبت از خود نشان می دهند میری (۱۳۸۴). اولین پاسخ بیولوژیکی که گیاهان در مقابل تنش خشکی از خود نشان می دهند کاهش رشد است، کاهش رشد شاخساره و رشد بیشتر ریشه ها برای امکان جذب آب از اعماق بیشتر، یکی از ساز و کارهای گیاه برای تحمل شرایط کمبود آب در شرایط طولانی شدن تنش بشمار می آید یانی و همکاران (2005). هورمون ها عوامل تنظیم

کننده رشد گیاهان میباشند. تنظیم هورمونی رشد و متابولیسم گیاه بسیار پیچیده بوده و حاصل اثرات متقابل نسبت بین هورمون‌ها تحت تاثیر شرایط محیطی است لینوبل و همکاران (2004). اکسین‌ها گروهی از هورمون‌های رشد هستند که افزایش غلظت آنها باعث طول شدن ساقه و میان‌گره‌ها، فعال‌سازی تقسیم سلولی، طول شدن سلول‌ها و افزایش شاخص سطح برگ و در نهایت افزایش رشد رویشی در ذرت می‌شوند ماهرخ و همکاران (2019). براسینواستروئیدها گروهی از مواد تنظیم کننده رشد گیاهی هستند که اثرات زیستی قابل توجهی روی رشد و نمو و بویژه افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی گیاهان دارند و باعث افزایش سازگاری گیاهان در برابر شرایط نامساعد محیطی می‌شود بجگاز (2000). هدف از جذب آب توسط بذر، افزایش در صد و سرعت جوانه زنی و افزایش یکنواختی استقرار بوته‌ها است. برای دست یافتن به این هدف، بذرها باید آنقدر آب جذب کنند که میزان رطوبت آنها برای آغاز وقایع اولیه مرتبط با جوانه‌زنی کافی باشد بسرا و همکاران (2006). استقرار گیاهان زراعی^۱ رابطه مستقیم با متوسط زمان سبز شدن^۲ گیاهچه دارد. برای کاهش متوسط زمان سبز شدن روش پیش تیمار بذر^۳ توصیه می‌شود. پیش تیمار بذر روشی بسیار ساده، کم هزینه و با کارایی بالا برای بهبود عملکرد گیاهان زراعی می‌باشدهریس و همکاران (2001) و دیمار و همکاران (2003). زود سبز شدن گیاهچه‌ها در مناطقی که دوره فصل رشد محدود می‌باشد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا که سطح برگ کانوبی گیاهی در اوایل دوره رشد افزایش می‌یابد و این افزایش باعث می‌شود که گیاهچه از حداکثر تشعشع خورشیدی در طول این دوره استفاده نماید که در نهایت افزایش تجمع ماده خشک و عملکرد را به همراه خواهد داشت موال و همکاران (2003). علاوه بر این موارد قدرت جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه به میزان اندوخته غذایی و ذخایر آندوسپرم بذر و همچنین شرایط مساعد محیطی و خاک بستگی دارد. مقدار رطوبت خاک یک عامل کلیدی است که آغاز جوانه‌زنی را از طریق جذب آب و در نتیجه فعال شدن آنزیم‌ها به همراه دارد که باعث می‌شود کربوهیدرات‌ها و سایر ذخایر آندوسپرم تجزیه شوند بسرا و همکاران (2006). کلسیم نقش ساختاری و فیزیولوژیکی بسیار مهم در گیاهان ایفا می‌کند که در حفظ ثبات دیواره‌های سلول و غشای احاطه کننده پروتئین دارد، علاوه بر آن کلسیم واسطه فرآیندهای گیاهی مختلفی مانند جریان‌های سیتوپلاسمی، تیگموتروپیسم، تقسیم سلولی، تمایز سلولی، قطبیت سلول و فوتومورفوزن، دفاع گیاه، پاسخ به استرس و محافظت در مقابل تنش می‌باشد و این فهرست به سرعت در حال افزایش است نایار (2003). در حال حاضر کلسیم به صورتی پایدار و محکم به عنوان یک جزء مهم از یک نظم متنوع در مسیرهای انتقال سیگنال گیاه می‌باشد. در میان فرآیندهای مختلف مرتبط با Ca^{+2} گیاه، پاسخ گیاهان به محیط همیشه در حال تغییر، مورد توجه است و پایین نگه داشتن غلظت Ca^{+2} داخل سلولی دقیقاً به منظور نگه داشتن سلول از سمیت این عنصر است که ممکن است برای انتقال پیام‌ها و تقویت سیگنال‌ها با تحریک داخل سلولی فرآیندهای بیوشیمیایی به کار رود تعدد و تنوع سنسورهای کلسیم در گیاه و همچنین ارتباطات بین مسیرهای انتقال سیگنال‌های مختلف بر اساس تشکیل یک شبکه سیگنالیک محکم تنظیم شده است که باعث پاسخ خاص به استرس و بهبود بقای گیاه می‌شود. با توجه به مطالب فوق اهمیت مقابله با تنش و یافتن تیمارهایی که بتوانند اثرات تنش خشکی را در کشور بدلیل اجتناب ناپذیر بودن این امر و برخورد دوره های رشد گیاهان به خشکی، کاهش دهند

¹Corp establishment

²Meam time of emergence

³Seed priming

بسیار مورد توجه و ضروری می باشد. لذا هدف از این آزمایش کاربرد تیمارهای پرایمینگ و کلسیم برای افزایش تحمل گیاه به تنش خشکی و روابط آبی و فیزیولوژیک آن در راستای تولید بیشتر می باشد. به منظور بررسی تاثیر پرایمینگ بذر با مواد تنظیم کننده رشد، کود کلسیم و تنش خشکی بر عملکرد و دیگر صفات وابسته به عملکرد در گیاه ذرت امکان کاربردی کردن مصرف این مواد برای پایداری محصول ذرت و افزایش بهره‌وری از آب در این گیاه مورد بررسی قرار می گیرد.

مواد و روش ها

این تحقیق به صورت اسپلیت اسپلیت پلات (کرتهای دو بار خرد شده) در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ و ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در شهرستان مرودشت انجام گردید. شهرستان مرودشت در ۴۵ کیلومتری شهرستان شیراز با ۱۴۹۰ متر ارتفاع از سطح دریا و طول جغرافیایی ۵۲/۸ و عرض جغرافیایی ۲۹/۹ واقع شده است و بر اساس آمار طولانی مدت متوسط بارندگی این شهرستان ۲۴۵ میلی متر در سال می باشد. همچنین میانگین دما در زمان کاشت ۳۰ درجه سانتی گراد و میانگین تبخیر و تعرق در دوره کشت بطور میانگین ۱۶۰ بود. فاکتورهای تحقیق شامل اعمال تنش کمبود آب در سه سطح شاهد (آبیاری استاندارد: آبیاری پس از تخلیه ۵۰ رطوبت آب سهل الحصول، اعمال تنش ملایم: آبیاری پس از تخلیه ۶۰ رطوبت آب سهل الحصول و اعمال تنش شدید: آبیاری پس از تخلیه ۷۰ رطوبت آب سهل الحصول) بعنوان عامل اصلی، کاربرد کود کلسیم در سه سطح (عدم استفاده از کود، مصرف یک و ۵/۰ لیتر کود کلسیم) بعنوان عامل فرعی و پرایمینگ بذر با مواد تنظیم کننده رشد در سه سطح (۱- پیش تیمار بذر با آب به مدت ۱۲ ساعت ۲- پیش تیمار بذر با هورمون اکسین به مدت ۱۲ ساعت ۳- پیش تیمار بذر با هورمون براسینو استروئید به مدت ۱۲ ساعت) بعنوان عامل فرعی-فرعی بودند. میزان مصرف هورمون اکسین ۲ سی سی و براسینو استروئید ۵/۰ سی سی در ۴۰ لیتر آب بود که در زمان پرایمینگ دمای هوا ۱۰ درجه سانتی گراد و در غیاب نور انجام شد. با نمونه برداری از خاک و تعیین میزان در صد وزنی آب خاک و پس از تعیین مقدار وزنی آب خاک در ظرفیت مزرعه (FC) و نقطه پژمردگی دائم (PWP)، مقدار آب سهل الحصول به میزان ۵۰٪ تفاوت در دو نقطه فوالذکر محاسبه و بر اساس تیمارهای تحقیق مقدار پتانسیل آب خاک بر اساس تیمارهای تحقیق در ۵۰٪، ۶۰٪ و ۷۰٪، تخلیه آب سهل الحصول خاک با استفاده از دستگاه صفحه فشاری (pressure plate) تعیین گردید. با نصب سه عدد تانسیومتر کالیبره شده در مزرعه، زمان آبیاری ها بر اساس سطوح پتانسیل رطوبتی تعیین گردید. مقدار آب در هر بار آبیاری در حدود ۸۰ میلی متر بود. تیمار کودی کلسیم در مرحله هشت برگی ذرت به صورت محلول پاشی انجام گردید. هر کرت شامل شش ردیف کاشت بطول پنج متر و فاصله ۷۵/۰ متر از یکدیگر بود. و با توجه به تیمارها در هر سال شامل ۸۱ کرت آزمایشی در دو سال مورد مطالعه قرار گرفت. مبارزه با آفات و بیماری ها مطابق با توصیه های فنی در طول دوره رشد صورت گرفت. نمونه برداری ها برای اندازه گیری روند تغییرات صفات در طول دوره رشد بصورت تخریبی بود و برای تعیین عملکرد از دو خط میانی، برداشت صورت گرفت. داده ها با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه تحلیل شدند و نمودارها نیز با نرم افزارهای Excel ترسیم شدند. مقایسه میانگینها نیز با استفاده از آزمون LSD انجام شد.

نتایج بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سال بجز تعداد دانه در ردیف، برای سایر صفات مورد بررسی در این تحقیق معنی‌دار بود (جدول ۱)، بنابراین نتایج بجز تعداد دانه در ردیف، در هر دو سال بصورت جداگانه ارائه خواهد شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب صفات اندازه گیری شده

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	بیومس	وزن بلال	وزن هزار دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال
سال	۱	**۱۱۳۲۰۰۷۵	**۵۵۴۸۹,۵۴۹۷	**۳۴۵۰۰۳۵۵	**۳۱۲۱۳۷,۷۸۴	ns۸۰,۲۹۲۶	**۱۳,۳۱۸۵
تکرار	۴	۴۶۷۱۱۳۷	۱۸۲۵	۱۰۵۴۴۷۰	۶۲۹۷	**۱۱۵,۳۵۲۳۳	**۱۷,۹۲,۰۱
خطای کل	۸۸	۶۷۶۴۲	۱۳۲	۱۳۴۱۸۴۴	۲۲۱	۵,۸۴۱	۰,۳۲۴
cv%		۶,۰۱۷۸	۶,۶۲	۵,۷۶۷	۵,۵	۵,۳۹	۳,۷۷۹

نتایج تجزیه واریانس در سال اول (جدول ۲) نشان داد که تیمار آبیاری بجز تعداد ردیف در بلال در سایر صفات مورد بررسی معنی‌دار بوده است. همچنین در تیمار کود کلسیم تمام صفات مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌داری بودند. در بررسی اثر متقابل آبیاری و کلسیم صفات عملکرد دانه، وزن بلال و وزن هزار دانه دارای اختلاف معنی‌دار بودند. اثر کاربرد مواد محرک رشد تنها بر صفات عملکرد دانه و تعداد ردیف در بلال معنی‌دار بوده همچنین در بررسی اثر متقابل بین هورمون و کلسیم و آبیاری صفات عملکرد دانه، بیوماس، وزن بلال و تعداد ردیف در بلال معنی‌دار بودند. برهمکنش هورمون و کلسیم در شرایط آبیاری تنها بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد نتایج معنی‌داری را نشان داد.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در سال اول

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	بیوماس	وزن بلال	وزن هر دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلا
تکرار	۲	۷۸۳,۷۲۶۱	۹۶۹,۵۷۲۲	۵۸۴۱۶۶۰۱	۶۷۱۰,۰۱۲۳	۱۳۶,۲۴۷۸۷۰۴	۱۶,۲۳۵۲۷۷۷
آبیاری	۲	**۳۷۵,۱۹۹۵۶	**۴۸۱,۶۷۴	**۲۵۵۴۵۸۶	**۷۶۳۶,۰۱۲۳۵	**۱۶۵,۷۶۵۶۴۸۱	ns۰,۲۸۷۸۷۰۳۷
aخطا	۴	۱۵,۳۶۴	۱۴,۷۰۶۱۷	۳۶۳۵۶۷	۴۳۲,۲۳۴۵۷	۰,۴۹۴۳۵۱۹	۰,۸۴۵۰۹۲۵۹
کلسیم	۲	**۱۵۵۳,۵۶	**۱۷۶۸,۴۷	*۷۰۰۲۵۶۸۲,۷	**۱۴۳۶۳,۳۰۸۶۴	*۶۲,۷۳۸۶۱۱۱	*۰,۴۰۷۰۳۷۰۴
آبیاری*کلسیم	۴	**۲۷,۰۲۵	ns۸,۴۸	**۱۶۵۱۷۷,۲	*۱۰۷۸,۸۶۴۲	ns۵,۲۵۱۷۵۹۳	ns۰,۰۳۲۴۰۷۴
bخطا	۴	۱۱,۹۷۸	۲۶,۰۰۴	۱۰۸۱۰۵۶,۸	۸۰,۶۴۱۹۸	۲۸,۵۳۱۲	۰,۷۴۵۹۲۵۹۳
هورمون	۲	**۱۴۲۹,۳۵	ns۲۹۵,۶۷۸	ns۹۵۷۹۰۴۰۸,۶	ns۶۹۵,۱۶۰۴۹	ns۱۲,۵۲۷۵	*۱,۲۷۲۳۱۴۸
آبیاری*هورمون	۴	**۶۳,۵۷۳	*۱۱,۹۵۸۹	**۱۱۴۷۶۲۱۴,۲	ns۳۰,۷۱۶۰۵	ns۲,۸۰۴۵۳۷	*۰,۱۷۸۵۱۸۵۲
کلسیم*هورمون	۴	**۶۸,۱۸۶	**۳۶,۲۴۱۲	**۱۱۲۱۲۹۷,۵	ns۱۸۶,۲۳۴۵۷	**۳۰,۷۰۲۵	*۰,۳۴۴۳۵
آبیاری*هورمون*کلسیم	۸	**۴۳,۹۱۴۶	ns۲۹,۴۴۷۳	ns۹۶۸۵۱۹,۸	ns۱۱۶,۰۴۰۱۲	ns۳,۱۲۳۹۸۱	ns۰,۲۵۰۹۷۲۲۲
خطای کل	۸۰	۸,۰۳۲۷	۸۹,۰۶	۶۳۴۱۰۰,۷	۳۱۲,۸۱۳۶۹	۴,۸۲۸۲۶۶	۰,۲۶۸
ضریب تغییرات %		۲,۷	۶,۰۸	۵,۱	۷,۸	۴,۹	۳,۳۷

نتایج تجزیه واریانس در سال دوم (جدول ۳) نشان داد که از صفات مورد بررسی در تیمار آبیاری فقط تعداد ردیف در بلال معنی دار نبود. اثر کاربرد مواد محرک رشد و کود کلسیم بر عملکرد دانه و دیگر صفات اندازه گیری شده در تمام صفات مورد اندازه گیری معنی دار بود و بر همکنش هورمون و کلسیم در شرایط آبیاری تنها وزن بلال معنی دار بود و صفات دیگر مورد بررسی هیچ گونه اختلاف معنی داری نداشتند.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در سال دوم

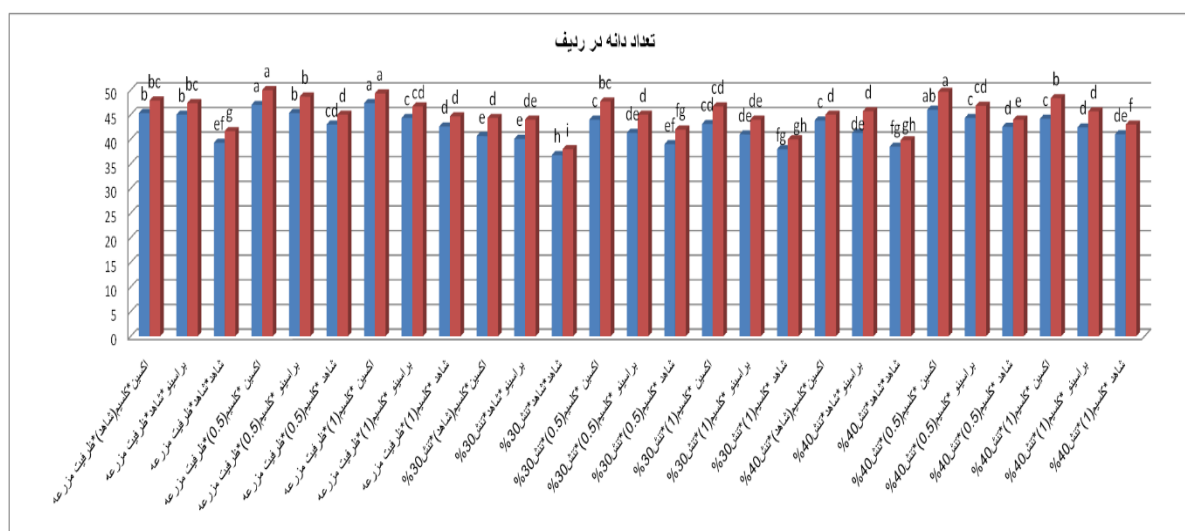
منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	بیوماس	وزن بلال	وزن هر دانه	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلا
تکرار	۲	۸۹۴,۸۱۳۶	۲۶۸۰,۱۰۲۲۱	۱۵۲۴۷۷۴۱۲	۵۸۸۳,۱۱۱۱	۹۴,۴۵۶۷۹	۱۹,۶۰۴۹۳۸۲۷
آبیاری	۲	۱۵۰,۴۶۹۴***	۱۸۴۰,۵۹۱۱***	۱۰۴۲۲۷۹۴۵,۷***	۱۵۹۶,۵۹۲۵***	۳۱,۳۴۵۶۷۹*	ns۰,۳۴۵۶۷۹۰۱
aخطا	۴	۱۱,۳۴۷۵۹۸	۱۰۲,۵۰۶۶	۴۲۹۸۰۷۱,۶	۱۲۴,۱۴۸۱۵	۲,۵۶۷۹۰۱۲	۰,۱۶۰۴۹۳۸۳
کلسیم	۲	۲۶۳,۶۹۶۴۳***	۱۴۰۲,۳۸۴***	۸۹۶۱۶۰۳۴,۶***	۱۹۳۶,۴۴۴۴۴***	۱۲۲,۵۳۰۸۶۴***	۱,۸۲۷۱۶۰۴۹*
آبیاری*کلسیم	۴	۲۱۶,۳۶۹۵۵۹***	۴۴۰,۳۱۶*	۲۴۴۸۵۷۸۲,۷***	۴۸۵,۰۳۷۰۴*	ns۵,۱۴۱۹۷۵	ns۰,۴۳۸۲۷۱۶
bخطا	۴	۱۹,۸۴۲۳۸	۱۱۵,۶۲۶۶	۲۸۵۹۷۶۰,۵	۳۰۸,۸۸۸۸۹	۱۱,۱۴۱۹۷۵۳	۰,۸۶۴۱۹۷۵۳
هورمون	۲	۱۰۳۵,۲۹۷۱**	۲۰۲۶,۲۶۲۴***	۲۳۲۶۱۲۹۲۳,۵***	۴۰۸۹,۹۲۵۹۳***	۱۸,۵۳۰۸۶۴۲*	۵,۴۱۹۷۵۳۰۹***
آبیاری*هورمون	۴	۴۹,۷۷۱۹۰۹*	ns۷۵,۲۱۵۴	۷۹۹۶۸۰۴,۹***	۵۸۹,۶۲۹۶۳***	ns۱۲,۲۵۳۰۸۶۴	۱,۳۰۸۶۴۱۹۸*
کلسیم*هورمون	۴	ns۱۲,۷۲۴۰۳۵	ns۴۲,۰۲۱۱	ns۳۲۹۵۳۶۰,۵	ns۲۵۳,۰۳۷۰۴	۶۱,۰۴۹۳۸۲۷***	ns۰,۶۲۳۴۵۶۷۹
آبیاری*هورمون*کلسیم	۸	ns۱۵,۴۶۲۶۵۷	ns۵۸,۷۷۸۳۰۶	۴۴۱۸۲۱۹,۸*	ns۱۰۰,۰۷۴۰۷	ns۱۱,۰۲۱۶۰۴۹	ns۰,۴۸۴۵۶۷۹
خطای کل	۸۰	۱۴,۰۰۷۳۹۸	۱۷۵,۵۸۱	۲۰۴۹۵۸۷	۱۲۹,۶۴۳۱	۶,۸۵۴۰۹۷	۰,۳۷۹۳۴۹۰۵
ضریب تغییرات %		۲,۹	۶,۸	۵,۷	۳,۶	۵,۷	۴,۱

*و*** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵۰ درصد و ns : غیر معنی دار

تعداد دانه در ردیف

بررسی میانگین های حاصل از تجزیه مرکب (نمودار ۱) نشان داد که بالاترین تعداد دانه در ردیف در هر دو سال در شرایط آبیاری استاندارد مربوط به کاربرد هورمون اکسین و یک لیتر کود کلسیم می باشد افزایش ۱۹/۵ و ۲۰/۱ درصدی را در سال اول و دوم نسبت به شاهد (عدم کاربرد کود کلسیم و هورمون) دارا می باشد. بیشترین تعداد دانه در ردیف در هر دو سال در شرایط تنش شدید مربوط به استفاده از اکسین و نیم لیتر کود کلسیم می باشد که افزایش ۱۹/۵ و ۲۵/۳ درصدی را نسبت به شاهد دارا می باشد که البته با کاربرد یک لیتر کود کلسیم اختلاف معنی دار نداشته است و این روند در شرایط تنش ملایم هم مشاهده می شود بطوریکه بیشترین تعداد دانه در ردیف مربوط به تیمار اکسین و نیم لیتر کود کلسیم می باشد که افزایش ۱۹/۴ و ۲۴/۶ درصدی در هر دو سال را نسبت به شاهد دارا می باشد. نتایج نشان می دهد بر همکنش هورمون اکسین و کود کلسیم در شرایط تنش شدید و ملایم بر افزایش تعداد دانه در ردیف موثر بوده و بیشترین اثر را در شرایط تنش شدید نشان داده و در سطوح مختلف آبیاری در دو سال هورمون براسینو استروئید بعد از هورمون اکسین بالاترین تعداد دانه در ردیف را دارا بوده همچنین بر همکنش اکسین و

کلسیم نسبت به کاربرد هر کدام به تنهایی اثر بیشتری را نشان داده اند. از آنجایی که تامین آب بیشتر در مرحله تشکیل دانه موجب افزایش تعداد دانه در ردیف میشود. بطوریکه در بین مراحل رشد، مرحله ظهور گل آذین و کاکل از حساس ترین مراحل رشد گیاه به رطوبت می باشد و تامین آب، بیشترین اثر را بر عملکرد دارد بیشتر بودن عملکرد دانه در شرایط آبیاری نرمال نسبت به شرایط غیر نرمال به زیاد بودن تعداد دانه است. همچنین با توجه به اینکه رشد و نمو ریشه تحت تاثیر هورمونی است و در درجه نخست توسط اکسین تحریک می گردد از این رو با توسعه ریشه گیاه به ذخایر بیشتر رطوبتی دست می یابد. از طرفی کلسیم موجب تقسیم سلولی، تمایز سلولی، قطبیت سلول و فوتومورفوژنز می شود که موجب افزایش اجزای عملکرد و در نهایت افزایش عملکرد می شود سلانتور و همکاران (۲۰۰۶). اثر تنش خشکی بر روی رشد و توسعه ذرت را بررسی کردند و متوجه شدند که تنش خشکی مانع از رشد و توسعه گل آذین ماده در گیاه ذرت می گردد. کوتاه شدن طول، قطر و وزن خشک و وزن بلال از اثرات کمبود آب بر روی بلال ذرت است. به طور کلی تنش خشکی در مرحله گلدهی، به طور عمده تعداد دانه ها را تحت تأثیر قرار می دهد.

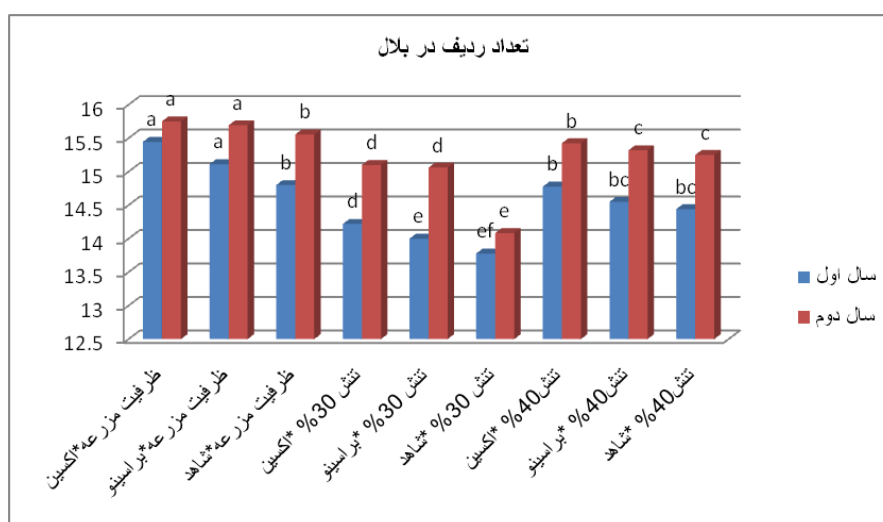


نمودار ۱- اثرات متقابل سه گانه تنش کم آبیاری، هورمون و کلسیم بر تعداد دانه در ردیف

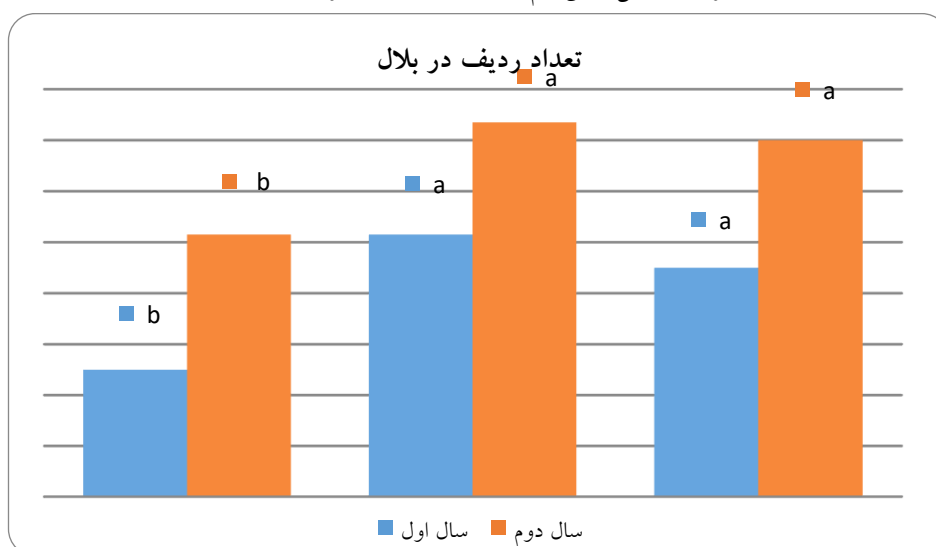
تعداد ردیف در بلال

بررسی میانگین های حاصل از تجزیه مرکب (نمودار ۲) نشان داد بالاترین تعداد ردیف در بلال مربوط به استفاده از اکسین در شرایط آبیاری استاندارد که البته با هورمون براسینو استروئید در شرایط مشابه اختلاف معنی داری نداشت و پایین ترین تعداد ردیف در بلال مربوط به تنش شدید و عدم کاربرد هورمون می باشد در شرایط آبیاری استاندارد استفاده از هورمون اکسین نسبت به شاهد افزایش ۴ درصدی تعداد ردیف در بلال را نشان داده و طی نتایج بدست آمده کاربرد اکسین در شرایط اعمال تنش شدید نسبت به شاهد ۳/۶ درصد افزایش تعداد ردیف در بلال و افزایش ۲ درصدی تعداد ردیف در بلال در شرایط اعمال تنش ملایم نشان داده طبق نتایج کاربرد هورمون اکسین در سطوح مختلف آبیاری بسیار موثر بوده و در تمام سطوح استفاده از براسینو بعد از هورمون اکسین بیشترین اثر را بر تعداد ردیف در بلال نشان داده و با توجه به اینکه در بین مراحل رشد، مرحله ظهور گل آذین و کاکل از حساس ترین مراحل رشد گیاه به رطوبت می باشد و تامین آب بیشترین اثر را بر عملکرد دارد بیشتر بودن عملکرد دانه در شرایط آبیاری نرمال نسبت به شرایط غیر نرمال به زیاد بودن تعداد ردیف و تعداد دانه در ردیف مربوط می گردد. همچنین

با توجه به اینکه رشد و نمو ریشه تحت تاثیر هورمونی است از این رو با توسعه ریشه گیاه به ذخایر بیشتر رطوبتی دست می یابد. همچنین بررسی میانگین اثر کود کلسیم (نمودار ۳) نشان داد که بالاترین تعداد ردیف در بلال در هر دو سال تحت تاثیر نیم لیتر کود کلسیم بوده که افزایش ۳/۶ درصدی رانسبت به شاهد در سال اول و ۲/۹ درصدی رانسبت به شاهد در سال دوم نشان داده در هر دو سال استفاده از نیم لیتر و یک لیتر کود کلسیم در نتایج اختلاف معنی داری نداشت با توجه به اینکه کلسیم موجب تقسیم سلولی، تمایز سلولی، قطبیت سلول و فوتومورفوزم می شود که موجب افزایش اجزای عملکرد و در نهایت افزایش عملکرد می شود. سلاتور و همکاران (۲۰۰۶). همچنین کلسیم بعنوان تعدیل کننده رشد و نیز بعنوان پیام رسان ثانویه در گیاهان بکار گرفته می شود.



نمودار ۲- اثرات متقابل تنش کم آبیاری و هورمون بر تعداد ردیف در بلال

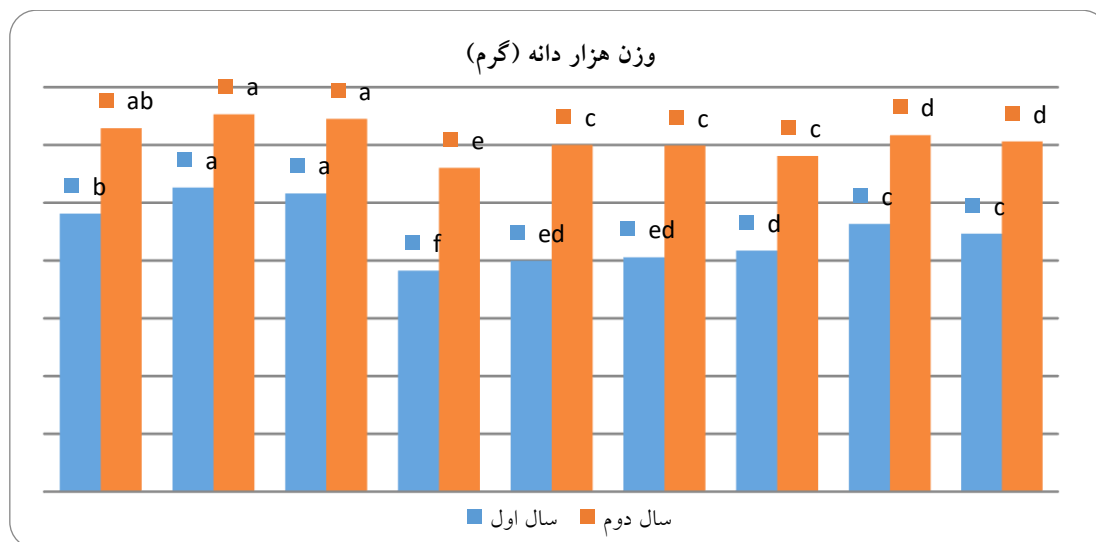


نمودار ۳- اثرات متقابل تنش کم آبیاری و سطوح مختلف کلسیم بر تعداد ردیف در بلال

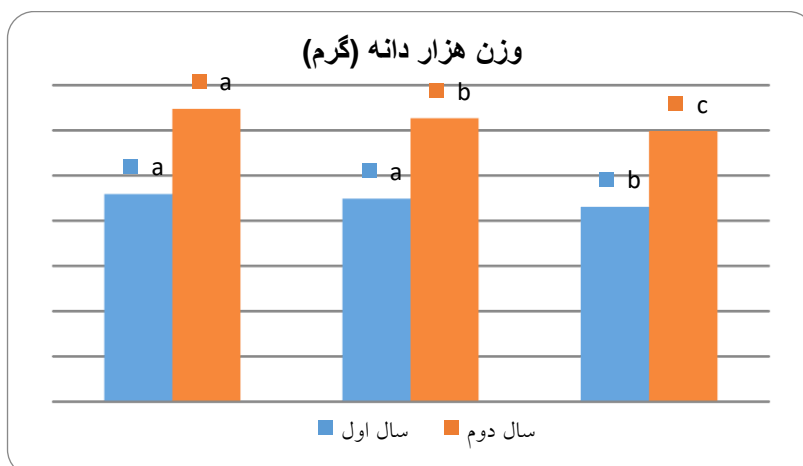
وزن هزار دانه

بررسی میانگین های حاصل از تجزیه مرکب (نمودار شماره ۴) نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار آبیاری استاندارد و استفاده از نیم لیتر کود کلسیم میباشد که با تیمارهای تنش ملایم و استفاده از نیم لیتر کود کلسیم اختلاف معنی داری ندارند. در شرایط آبیاری استاندارد کاربرد نیم لیتر کود کلسیم نسبت به شاهد (عدم کاربرد کود)

۳۹/۹ و ۳/۸۴ درصد به ترتیب در سال اول و دوم وزن هزار دانه را افزایش داده است و این در حالی است که در سال اول در شرایط تنش شدید بیشترین وزن هزار دانه مربوط به استفاده از یک لیتر کود کلسیم می باشد که افزایش ۶ درصدی را نسبت به شاهد دارا بوده و در سال دوم بیشترین وزن مربوط به استفاده از نیم لیتر کود کلسیم بوده که افزایش ۷ درصدی را نسبت به شاهد دارا بوده و البته در هر دو سال کلسیم نیم و یک لیتر اختلاف معنی داری نداشتند و در شرایط تنش ملایم کاربرد کود کلسیم نیم لیتر نسبت به شاهد افزایش ۱۱ و ۶/۱ درصدی را در سال اول و دوم دارا بوده است. نتایج نشان می دهد کاربرد کود کلسیم در شرایط تنش شدید و ملایم بسیار موثر بوده و با توجه به اینکه کلسیم یک کاتیون مهم است و در ساختار دیواره سلولی و غشاء درگیر است استفاده از مواد مغذی مانند کلسیم به نگهداری بالای پتانسیل آب بافت، تحت شرایط خشکسالی کمک کرده و تحمل خشکی را با تنظیم اسمزی بهبود می بخشد. همچنین در گیاه تحت کم آبیاری، توان انتقالات فرآورده های فتوسنتزی جهت ذخیره سازی و رشد بذرها بهم می خورد، بنابراین این وزن هزار دانه یکی از مهمترین اجزای عملکرد دانه محسوب می شود که در شرایط کم آبیاری مورد زیان واقع می گردد و در عملکرد نهایی تاثیر گذار است. همچنین در شرایط کم آبیاری نقل و انتقالات مواد فتوسنتزی برای ذخیره کردن بهم خورده و عملکرد دانه کاهش می یابد محمدی و همکاران (۱۳۸۴). در بررسی اثر متقابل هورمونهای اکسین و براسینو استروئید (نمودار شماره ۵) نتایج نشان می دهد بالاترین میزان وزن هزار دانه در هر دو سال تحت تاثیر هورمون اکسین بوده که افزایش ۵/۶ درصدی نسبت به شاهد در سال اول و ۸/۱ درصدی نسبت به شاهد در سال دوم نشان داده است همچنین در سال اول اکسین و براسینو استروئید اختلاف معنی داری نداشته و در یک گروه آماری قرار گرفتند. با توجه به اینکه اکسین ها گروهی از تنظیم کننده های رشد هستند که موجب فعال سازی تقسیم سلولی و طولی شدن سلول می شوند لاهوتی (۱۳۷۶). در نتیجه نقش مهمی در افزایش وزن هزار دانه می توانند داشته باشند.



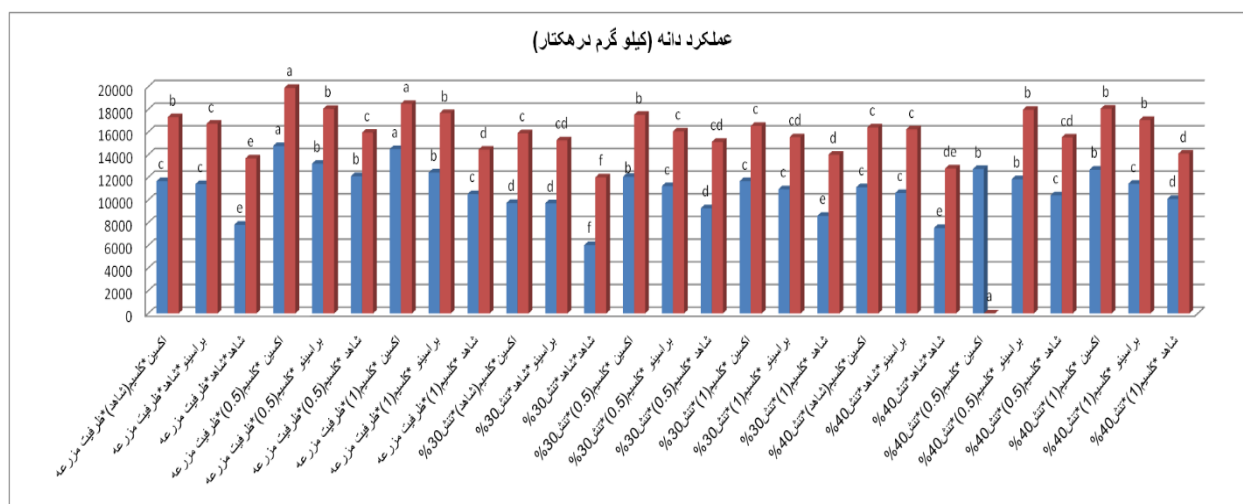
نمودار ۴ - اثرات متقابل تنش کم آبیاری و سطوح مختلف کلسیم بر وزن هزار دانه



نموداره - اثر متقابل هورمونهای اکسین و براسینو استروئید بر وزن هزار دانه

عملکرد دانه

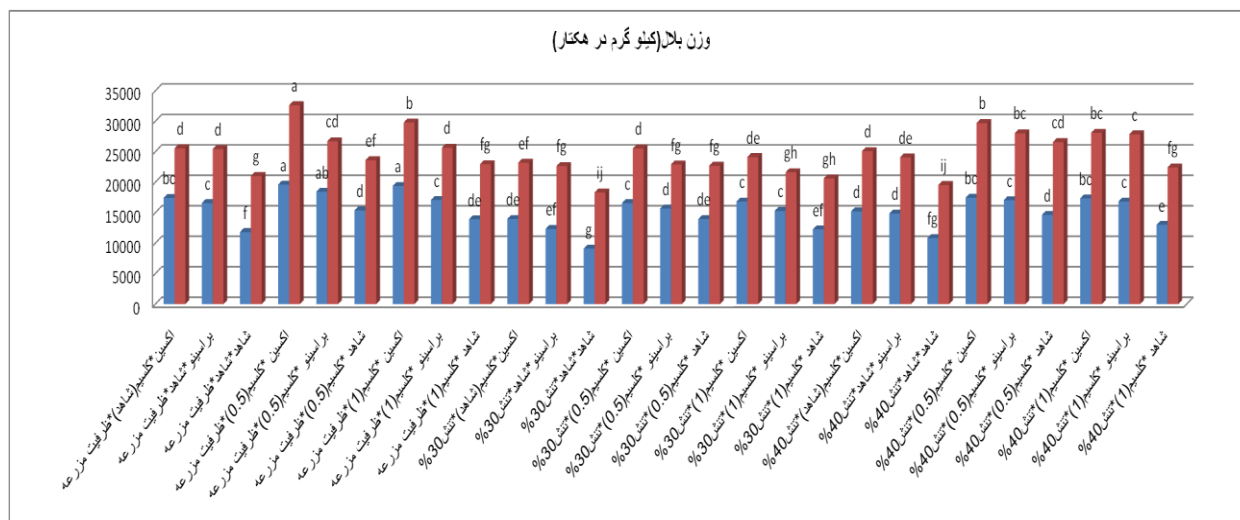
نتایج نشان دادند بالاترین میزان عملکرد دانه در هر دو سال در شرایط آبیاری استاندارد به ترتیب ۱۴۷۸۰ و ۱۹۹۰۶ مربوط به کاربرد هورمون اکسین و نیم لیتر کود کلسیم می باشد که افزایش ۴۵/۵ و ۸۸/۸ درصدی را نسبت به شاهد دارا می باشد و با کاربرد یک لیتر کود کلسیم در شرایط مشابه در هر دو سال اختلاف معنی داری نداشته و بیشترین عملکرد دانه در شرایط اعمال تنش شدید به ترتیب ۱۲۰۶۰ و ۱۷۵۳۳ در هر دو سال مربوط به استفاده از اکسین و نیم لیتر کود کلسیم می باشد که افزایش ۱۰۰/۳ و ۴۶/۱ درصدی را نسبت به شاهد دارا میباشد که البته با کاربرد یک لیتر کود کلسیم در شرایط مشابه اختلاف معنی دار نداشتند طبق نتایج این روند در شرایط تنش ملایم هم مشاهده می شود بطوریکه بالاترین میزان عملکرد دانه ۱۲۷۳۳ و ۱۹۱۲۶ به ترتیب در هر دو سال مربوط به تیمار اکسین و کاربرد نیم لیتر کود کلسیم بوده که با شرایط مشابه در زمان کاربرد یک لیتر کود کلسیم در یک گروه آماری قرار گرفته و افزایش ۶۸/۸ و ۴۹/۵ درصدی را نسبت به شاهد دارا می باشد طی نتایج بدست آمده در سطوح مختلف آبیاری در هر دو سال هورمون براسینو استروئید بعد از هورمون اکسین بالاترین اثر را بر عملکرد دانه نسبت به شاهد دارا بوده است نتایج نشان میدهد بر همکنش هورمون اکسین و کود کلسیم در شرایط تنش شدید و ملایم بر افزایش عملکرد دانه موثر بوده و بیشترین اثر را در شرایط تنش شدید نشان داده و با توجه به اینکه مرحله ظهور گل آذین و کاکل از حساس ترین مراحل رشد گیاه به رطوبت می باشد و تامین آب بیشترین اثر را بر عملکرد دارد بیشتر بودن عملکرد دانه در شرایط آبیاری نرمال نسبت به شرایط غیر نرمال به زیاد بودن تعداد ردیف و تعداد دانه در ردیف مربوط می گردد. همچنین برای رشد سلول بایستی دیواره سلولی نرم شود یعنی فرآیندی که در آن در اثر هورمون اکسین، آپوپلاسم اسیدی شده کلسیم در دیواره سلولی جایگزین می شود که نتیجتاً زنجیره های پکتیکی روی هم لغزیده، دیواره سلولی سختی خود را از دست می دهد. اکسین همچنین کانالهای کلسیم را در غشاء سیتوپلاسمی فعال می کند و به افزایش موقت کلسیم در سیتوزول منجر می شود که این عمل هم سنتز ماده پیش ساز دیواره سلول را در سیتوزول و تراوش آنرا به آپوپلاسم تحریک می کند. تنش در مرحله رشد زایشی گلچه ها را عقیم می نماید و سبب کاهش تعداد گلدانه های هر بوته می گردند ولی اگر در مرحله پر شدن دانه باشد آنگاه وزن دانه و اندازه دانه کوتاه تر شدن دوره پر شدن دانه کاهش می یابد و عملکرد کاهش می یابد (سرمیدنا، ۱۳۶۵).



نمودار ۶- اثرات متقابل سه گانه تنش کم آبیاری، هورمون و کلسیم بر عملکرد دانه

وزن بلال

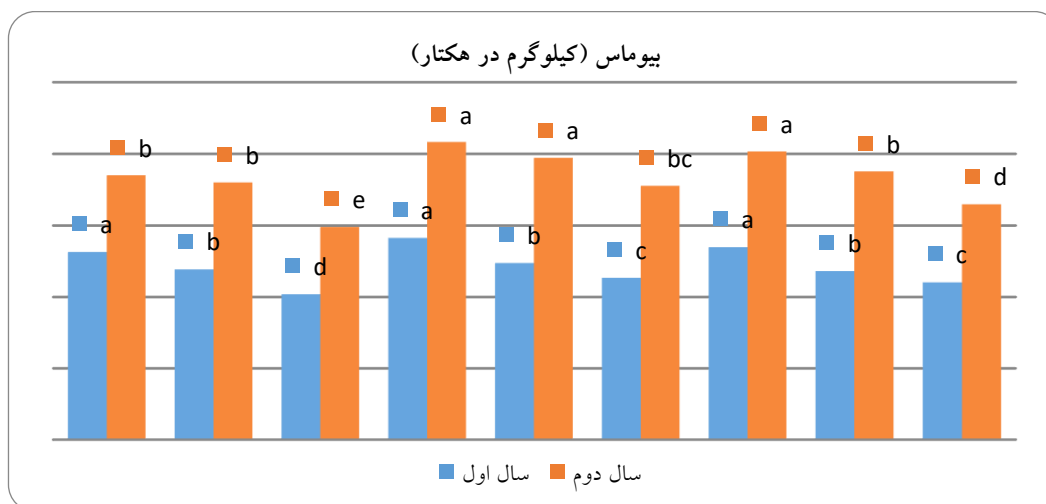
بررسی میانگین های حاصل از تجزیه مرکب نشان داد که (نمودار ۷) در شرایط آبیاری استاندارد بیشترین وزن بلال (۱۹۶۰۶/۶ و ۳۲۶۱۷/۳) به ترتیب در سال اول و دوم مربوط به بر همکنش هورمون اکسین و نیم لیتر کود کلسیم می باشد که افزایش ۵۵/۳ و ۶۵/۸ را نسبت به شاهد دارا می باشد و در شرایط تنش شدید در سال اول بیشترین وزن بلال (۱۶۸۱۳/۳) مربوط به استفاده از اکسین و یک لیتر کلسیم می باشد که افزایش ۸۴/۸ درصدی را نسبت به شاهد دارا بوده و بیشترین وزن بلال در سال دوم از بر همکنش اکسین و نیم لیتر کود کلسیم بدست آمده که البته در هر دو سال مقدار نیم و یک لیتر کلسیم در کاربرد با هورمون اکسین اختلاف معنی داری نداشتند در شرایط تنش ملایم هم مشاهده می شود که بیشترین وزن بلال (۱۷۴۴۶/۶ و ۲۹۷۰۰) به ترتیب در سال اول و دوم مربوط به تیمار اکسین و نیم لیتر کود کلسیم می باشد که افزایش ۵۱/۹ و ۶۱/۲ درصدی را نسبت به شاهد دارا می باشد طی نتایج بدست آمده در سطوح مختلف آبیاری در دو سال هورمون براسینو استروئید بعد از هورمون اکسین بیشترین وزن بلال را نسبت به شاهد دارا بوده است. بیشترین وزن بلال مربوط به تیمار استفاده از هورمون اکسین، و نیم لیتر کود کلسیم در شرایط آبیاری در ظرفیت مزرعه بود و کمترین وزن بلال مربوط به تیمار بدون استفاده از هورمون و کود کلسیم در شرایط تنش شدید آبیاری بود. اثر تنش خشکی بر روی رشد و توسعه ذرت نشان می دهد که تنش خشکی مانع از رشد و توسعه گل آذین ماده در گیاه ذرت می گردد. کوتاه شدن طول، قطر و وزن خشک و وزن بلال از اثرات کمبود آب بر روی بلال ذرت است. به طور کلی تنش خشکی در مرحله گلدهی، به طور عمده تعداد دانه ها را تحت تأثیر قرار می دهد. تنش خشکی باعث کاهش تعداد دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف بلال، وزن هزار دانه و شاخص برداشت می شود کارسون و همکاران (۲۰۰۰) و سایدکو و وان (۱۹۹۴).



نمودار ۷- اثرات متقابل سه گانه تنش کم آبیاری، هورمون و کلسیم بر وزن بلال

بیوماس

بررسی میانگین های حاصل از تجزیه مرکب نشان داد که بالاترین بیوماس در هر دو سال از برهمکنش اکسین و نیم لیتر کود کلسیم بدست آمده که با کاربرد یک لیتر کود کلسیم در شرایط مشابه اختلاف معنی داری نشان ندادند و کمترین بیوماس مربوط به شاهد (عدم کاربرد هورمون و کلسیم) بوده است بیشترین بیوماس ۲۸۲۷۰ و ۴۱۶۶۶ به ترتیب در سال اول و دوم بدست آمده که افزایش ۲۴/۵ و ۱۷/۱ درصدی رانسبت به شاهد دارا بود. در شرایط استفاده از هورمون به تنهایی کاربرد هورمون اکسین افزایش ۲۹ درصدی در سال اول و ۲۴/۱ درصدی را نسبت به شاهد در سال دوم نشان داده است طی نتایج بدست آمده برهمکنش اکسین و کلسیم نسبت به استفاده از هورمون به تنهایی اثر بیشتری بر عملکرد بیوماس داشته است. همچنین در بررسی اثرات متقابل آبیاری و هورمون بر بیوماس (نمودار ۹) مشاهده گردید که استفاده از هورمون اکسین در شرایط آبیاری استاندارد در هر دو سال بیشترین بیوماس (۲۸۰۹۴ و ۴۲۲۲۴) را دارا بوده که البته با هورمون براسینو استروئید در شرایط مشابه اختلاف معنی دار نداشتند و کمترین بیوماس مربوط تنش شدید و عدم کاربرد هورمون می باشد در شرایط تنش شدید و ملایم استفاده از هورمون اکسین افزایش ۱۶/۲ و ۱۲/۵ درصدی را نسبت به شاهد دارا بوده و در شرایط آبیاری استاندارد هورمون اکسین اثر بیشتری بر افزایش بیوماس نشان داده از آنجایی که رشد و نمو ریشه تحت تاثیر هورمونی است و رشد طولی محور اصلی و آغاز رویش ریشه های فرعی در درجه نخست بوسیله اکسین تحریک می گردد از این رو با توسعه سیستم ریشه گیاه قادر خواهد بود نسبت به جذب بهینه عناصر غذایی در شرایط کمبود رطوبت اقدام نماید. از طرفی وجود کلسیم موجب افزایش رشد سلول میشود بطوریکه کمبود آن موجب کند شدن رشد سلول های ریشه می شود. در نتیجه استفاده از هورمون اکسین و کود کلسیم می تواند باعث افزایش رشد ریشه و افزایش جذب مواد غذایی و در نهایت افزایش بیوماس گردد. افزایش بیوماس در تیمار آبیاری مطلوب، به دلیل گسترش بیشتر و طول دوره سبزمانی زیادتر برگ ها بوده که منجر به ایجاد مبدا فیزیولوژیک بزرگتری میگردد. همچنین کلامیان و همکاران با بررسی هیبرید های ذرت در شرایط تنش خشکی به این نتیجه رسیدند که تنش های خفیف تاثیر چندانی بر بیوماس ندارد اما در تنش های شدید که با کاهش بارز سطح برگ همراه است مقاومت چندانی به تنش نشان نمی دهند.



نمودار ۸ - اثرات متقابل هورمون وسطوح مختلف کلسیم بر بیوماس



نمودار ۹ - اثرات متقابل تنش کم آبیاری و هورمون بر بیوماس

نتیجه گیری

در این تحقیق تلاش شد با افزایش دور آبیاری میزان تولید حفظ شود. بطوریکه با استفاده از هورمون و کود کلسیم بتوان به تولید مطلوب رسید. در مجموع نتایج نشان دادند که استفاده از هورمون اکسین و کود کلسیم موجب افزایش رشد سلول و همچنین محرکی برای افزایش رشد و توسعه ریشه می باشند که می توانند گیاه را در شرایط افزایش دور آبیاری به نسبت مقاوم سازند و موجبات افزایش عملکرد را فراهم سازند.

سپاسگزاری:

با توجه به اینکه این مقاله از پایان نامه دکترای تخصصی نویسنده از دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوزستان استخراج گردیده است لذا مراتب سپاسگزاری خود را از این واحد دانشگاهی ابراز مینمایم.

منابع

گوپتا، یو. اس. ا. ۱۳۷۶. به زراعی و به نژادی در زراعت دیم. ترجمه کوچکی، ع. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
 لاهوتی، م. ۱۳۷۶. اصول فیزیولوژی گیاهی. جلد دوم. موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

محمدی، ر. ر. حق پرست، ع. ۱۳۸۵. ارزیابی میزان تحمل به خشکی ژنوتیپ های پیشرفته گندم دوروم مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲، صفحه ۵۷۵-۵۶۳.

- Abreu, M. E., and Munne.Bosch. S. 2008. Salicylic acid may be involved in the regulation of drought-induced leaf senescence in perennials: A case study in fieldgrown *Salvia officinalis* L. plants. Environmental and Experimental Botany. 1862.
- Amerian, M. Hashemi, S. E. Karami, A. 2021. Effect of deficit drip irrigation on yield and water use efficiency of water Research in Agriculture(soil and water sci). 35(3). 247-258.
- Basra, S. M. A., M. Farooq, A. Vahid and M. B. Khan. 2006. Rice seed invigoration by hormonal and vitamin priming. Seed Sci. Technol. 34: 775-780.
- Bajgaz, A. (2000). Effect of brassinosteroids on nucleic acids and protein content in cultured cells of *Chorella vulgaris*. *Plant Physiology and Biochemistry*. 38: 209-215.
- Benjamin, J. 2007. Effects of water stress on corn production. USDA Agricultural Research Service, Akron university. P: 3-5.
- Bonea, D. 2020. Screening for drought to tolerance in maize hybrids using new indices and production capacity. Scientific papers series management, Economic Engineering in Agriculture.
- Carlson, R. E., S. B. Traore, C. D. Pilcher and M. E. Rice. 2000. BT and non BT maize growth and development as effected by temperature and drought stress. *Agron. J.* 92: 1027-1035.
- Demir, M. A., Okacu, G. and A. Tak. 2003. Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower. *Eur. J. Agron.* 24: 291-295.
- Emam, Y. and M. Niknejad. 2004. An Introduction to the Physiology of Crop Yield. Shiraz University Press. (571 p). In Farsi.
- Fareghi, Sh. Saeidi, Gh. Mirlohi, A. 2021. Evaluation of water deficit tolerance indices in new hybrids of maize with SIMMYT origin journal of crop production and processing. 11(1), 39-54.
- Harris, D. A., K. Pathan, P. Gothkar, A. Joshi, W. Chivasa and P. Nyamudeza. 2001. Onfarm seed priming: using participatory methods to review and refine a key technology. *Agric. Syst.* 69: 151-164. AHMAD KHAN ET AL., 2480.
- Hassan, A. Durrani, L., A. 2021. Exogenous application of gibberellic acid and selenium to endorse quality and yield of fodder maize-under rainfed condition. world journal of advanced Research and Reviews. 12, 291-305.
- Kalamian, S., A. M. Modares Sanavi and A. Sepehri. 2005. Effect of water deficit at vegetative and reproductive growth stage in leafy and commercial hybrids of maize. *Agricultural Research (Water, Soil and Plant)* 5: 38-53. (In Farsi).
- Lenoble, M. E., W. G. Spollen and R. E. Sharp. 2004. Maintenance of shoot growth by endogenous ABA: genetic assessment of the involvement of ethylene suppression. *J. Exp. Bot.* 55: 237-254.
- Mahrokh, A., Nabipour, M., Roshanfekar, H. a., & Chokan, R. 2019. Response of some grain maize physiological parameters to drought stresses and application of auxin and cytokinin hormones. *Journal of Environmental stresses in crop sciences*, 12(1), 1-15. (In Persian).
- Mi, n., Cai, F., Zhang, Y., Ji, R., S., Wang, Y., 2018. Wansa, K. 2003. Germination, emergence to osmotic seed priming. *Seed Sci and Technol* 31: 199-206.
- Nayyar, H. 2003. Calcium as environmental sensor in plants. *Curr. Sci.*, 84(7): 893-902.
- Oner, f. Gunes, A. 2019. Determination of silage yield and quality characteristics of some maize varieties. *journal of tekindag Agricultural faculty*. 16, 42-50.
- Paolo, E. D and M. Rinaldi. 2008. Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. *Field Crops Research* 105: 202-210.

- Parhizkari, A., mozaffari, m. M., khaki, M., Taghizade Ranjbari, H., 2015. Optimal allocation of water and lands resources in the Roudbar Almout region using the FGFP model -journal of water and soil resources protection. 4(4), 11-24.
- Sanders, D., C. Brownlee and J.F. Harper. 1999. Communicating with calcium. *Plant Cell*, 11: 691-706.
- Salantur, A. Ozturk., A. and Akter S. 2006. Growth and yield response of corn to inoculation with rhizobacteria in drought region. *Plant Soil Environ* 52, 111- 118, pp
- Setter, T. L., Brian, A., Lannigan., F. and Melkonian. J. 2001. Loss of kernel set due to water deficit and shade in maize: carbohydrate supplies, abscissic acid and cytokinins. *Crop Science*. 41: 1530-1540.
- Seilsepoor, M. P., Jaafari and H. Mollahosseini. 2006. The effects of drought stress and plant density on yield and some agronomic traits of maize (SC 301). *Journal of Research in Agricultural Science* 2: 13-24. (In Farsi).
- Siddique, K. H., M and B. R. Whan. 1994. Ear. stem ration inbreeding population of wheat: significance for yield in improvement. *Euphytica*. 73: 241-254.
- Taylor, A. J., C. J. Smith and I. B. Wilson. 1998. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, oil content, nitrogen accumulation and water use of canola (*Brassica napus L*). *Fert. Res.* 29: 249-260.
- Udomprasert, N. K., i. J. Anon and A. Machuay. 1999. Abscissic acid levels and yield of maize. *Kasetsart Journal Natural Sci.* 33: 310- 316.
- Yin, C. Y., Zang and R. Peng. 2005. Adaptive responses of populus kandigensis to drought stress. *Plant Physiol.* 123: 445-451.

Effect of application of growth regulators and calcium on water relation and same physiological traits hirbid corn 704 under irrigation conditions

Javad Nejat^{1*}, Ahmad Naderi², Yahya Imam³, Alireza Bagheri⁴

Received : 26 Feb. 2023 Accepted: 1 Jul.2023

Abstract

In order to investigate the effect of seed priming with growth regulators, calcium fertilizer and water deficit stress on yield and yield-related traits in hybrid corn 704, this research was carried out in the two crop years of 1392 and 1391 in the form of double-chopped plots in the form of blocks. A complete random design with three replication was carried out in marvdasht city. the research factors include the application of water shortage stress in three control levels 1. standard irrigation: irrigation after draining 50 easily obtained water moisture 2. mild stress application: irrigation after draining 60 easily obtained water moisture and 3. severe stress application: irrigation after draining 70% of easily available water (as the main factor) application of calcium fertilizer in three levels 1- No use of fertilizer 2- Consumption of one liter 3- 0.5 liters of calcium fertilizer as a secondary factor and seed priming with regulating materials grows on three levels. 1- pretreatment of seeds with water for 12 hours. 2- pretreatment of seeds with auxin hormone for 12 hours 3- pretreatment of seeds with brassinosteroid hormone for 12 hours as secondary factors. The results showed that the greatest effect on seed, cob weight, number of rows per cob and biomass in treatments using auxin hormone and calcium fertilizer in the condition of using irrigation standards have specific characteristics. In both years of conducting this research, the highest seed yield with 14780 and 19906 kilogram per hectare, respectively, was related to the treatment of the use of auxin hormone and the use of half a liter of calcium fertilizer in standard irrigation conditions. There was no significant difference in mild stress conditions. The lowest seed yield was related to seed pretreatment with water and not using calcium fertilizer in the conditions of severe stress in both years with an average of 6020 kg/ha in the first year and 12000 kg/ha in the second year, which was a decrease of 40.7% in the first year and 60.2% in the second year compared to the highest yield. In general, in mild stress, the use of auxin hormone and calcium fertilizer reduced the effect of stress.

Key words: Auxin, Brassinosteroid, Priming, Maize, Calcium 28%

1 -Department of Agriculture, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

Correspondence Author: javadnejat1982@gmail.com

2 -Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research Center, Khuzestan, Iran.

3 -Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

4- Department of Agriculture, Eqlid Branch, Islamic Azad University, Eqlid, Iran.