دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهل و دوم، ۱۳۹۹

اثر سالسیلیک اسید و کربنات کلسیم بر کارآیی مصرف آب، عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه ذرت(*Zea mays* L.) در شرایط کمبود آب در مرودشت استان فارس

مجتبی ابراهیمی[۱و۲]، مجتبی علوی فاضل[۲]، یحیی امام[۳]، علیرضا شکوه فر[۲]، علیرضا باقری[٤]

دریافت: ۹٦/۳/۲ پذیرش: ۹۷/۵/۳۰

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سالسیلیک اسید و کربنات کلسیم بر کارآیی مصرف آب، عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه ذرت(*Zea mays* L.) در شرایط کمبود آب در مرودشت استان فارس انجام پذیرفت. این پژوهش در سال های زراعی ۹۲-۹۳ و ۹۳-۹٤ به صورت اسپلیت فاکتوریل با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. فاکتور اصلی سطوح آبیاری که شامل سه سطح(۷۵ میلی متر، ۱۰۰ میلی متر و ۱۲۵ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر)، از مرحله چهار برگی تا پایان فصل رشد بود و فاکتور فرعی اسپری چهار سطح سالیسیلیک اسید(شاهد، ۱ میلی مولار، ۱/۳ میلی مولار و ۱/۷ میلی مولار) از مرحله چهار برگی تا پایان فصل رشد و کاربرد چهار سطح کلسیم(شاهد، ۱ کیلوگرم در هکتار، ۲ کیلوگرم در هکتار و ۳ کیلوگرم در هکتار) بوده است. صفات مورد بررسی شامل شاخص سطح برگ، تعداد دانه در بلال، وزن هزاردانه، کارآیی مصرف آب، پرولین و عملکرد دانه بود. در بررسی مقایسه میانگین ها، کاربرد غلظت ۱/۷ میلی مولار هورمون و ۳ کیلوگرم در هکتار از کربنات کلسیم در تمام سطوح آبیاری باعث افزایش اختلاف معنی دار در صفات مورد آزمایش گردید. از این رو مشخص گردید که اعمال این تیمارها می توانند برای کشت ذرت در مناطقی که با کمبود آب مواجه هستند، مطلوب باشد.

واژه‌های کلیدی: ذرت، تنش کم آبی، سالیسیلیک اسید، کربنات کلسیم و عملکرد

ابراهیمی، م.، م. علوی فاضل، ی. امام، ع.ر. شکوه فر و ع.ر. باقری. ۱۳۹۹. اثر سالسیلیک اسید و کربنات کلسیم بر کارآیی مصرف آب، عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه ذرت(*Zea mays* L.) در شرایط کمبود آب در مرودشت استان فارس. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤۲: ٤۰-۲٦.

۱- گروه زراعت، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران- مسئول مکاتبات. mojtabaebrahimi26@gmail.com

۲- گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

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

٤- گروه زراعت، واحد اقلید، دانشگاه آزاد اسلامی، اقلید، ایران

مقدمه

ذرت، به عنوان یک گیاه گرمسیری در مناطقی که در سراسر فصل زراعی رطوبت و حرارت کافی فراهم است کشت می شود(بیشاپ و همکاران، ۱۹۸۳). ذرت از نظر تولید، بعد از گندم و برنج در رتبه سوم قرار دارد. از این میان سهم تولید ایران دو میلیون تن و سطح زیر کشت آن ۳۵۰ هزار هکتار می‌باشد(چوگان، ۱۳۸۳). در گیاه ذرت عملکرد بالقوه رابطه نزدیکی با قابلیت دسترسی گیاه به آب دارد(آندراد و همکاران ،۲۰۰۲). به طور کلی در بین تمام تنش‌ها، تنش خشکی یکی از مهمترین و شایع‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌آید(تورهان و باسر، ۲۰۰٤). سالیسیلیک اسید یا ارتوهیدروکسی بنزوئیک اسید و ترکیبات مربوطه، به گروهی از ترکیبات فنولی تعلق دارد. سالیسیلیک اسید نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیک مختلف مثله رشد و نمو گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه زنی ایفا می کند(ال تایب، ۲۰۰۵). کربنات کلسیم ساده با توجه به نوع مصرف آن در صنایع مختلف از این ماده تولید و عرضه می‌گردد. مطالعات نشان داده که برای حفاظت غشاء سلول در برابر آسیب های ناشی از تنش های مختلف، حضور کلسیم در محیط بیرونی ضروری است(نتوندا و همکاران،۲۰۰٤). ذرت به صورت مستقیم و غیر مستقیم نقش مهمی در تامین کالری، پروتئین و برخی از ویتامین ها و مواد معدنی مورد نیاز انسان ایفا می کند(اکتم و همکاران، ۲۰۰٤). نتایج تحقیقات کالیر(۲۰۰٤)، در خصوص اعمال تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد ذرت بیان می کند که تنش رطوبتی در مرحله کاکل دهی و تشکیل بلال موجب کاهش شدید ارتفاع و عملکرد محصول می شود. نتایج تحقیقات پندی و همکاران(۲۰۰۰)، در خصوص اعمال تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد ذرت نشان داد که اعمال تنش رطوبتی به طور کلی باعث کاهش عملکرد دانه، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، کاهش قطر ساقه و کاهش ارتفاع گیاه می شود. لیان و همکاران(۲۰۰۰)، بیان کردند که افزایش سطح برگ سویا در اثر کاربرد ۰/۱ میکرومول سالیسلیک اسید تأثیر معنی داری داشته است. گزارشاتی وجود دارد که کلسیم در سطح سوبسترایی می-تواند در مقابله با اثرات شوری به گیاهان کمک کند(کرامر و همکاران، ۲۰۰۳). گزارش شده است که بسیاری از گیاهان حساس به شوری و خشکی مانند گوجه فرنگی و لوبیا به مقدار زیادی کلسیم نیاز دارند و در صورت وجود غلظت مناسبی از کلسیم، مقاومت این گیاهان به خشکی و شوری بیشتر شده و افزایش در عملکرد آنها مشاهده می‌گردد. زیرا وجود کلسیم در خاک از تجمع سدیم در گیاه جلوگیری می‌کند(بایلو و دبوچ، ۲۰۰۳).

مواد و روش ها

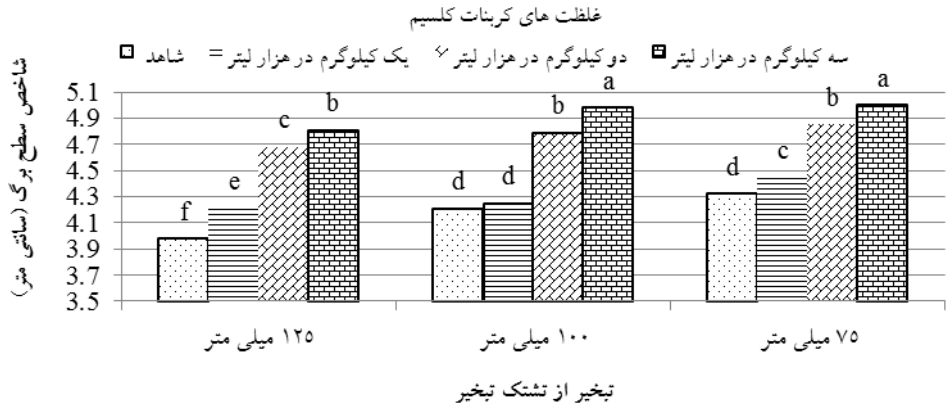
این آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل با طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. تعداد کل کرت‌های آزمایشی ١٤٤ کرت بوده است. تیمار اصلی سطوح آبیاری است که شامل سه سطح ۷۵ میلی متر، ۱۰۰ میلی متر و ۱۲۵ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر، از مرحله چهار برگی تا پایان فصل رشد به یک میزان بود و فاکتور فرعی اسپری چهار سطح سالسیلیک اسید(شاهد، ۱ میلی مولار، ۱/۳ میلی مولار، ۱/۷ میلی مولار) از مرحله چهار برگی تا پایان فصل رشد و کاربرد چهار سطح محلول پاشی کربنات کلسیم(شاهد، ۱ کیلوگرم در هکتار، ۲ کیلو در هکتار و ۳ کیلوگرم در هکتار) بوده است. اندازه‌گیری ظرفیت زراعی و مقدار آب آبیاری با استفاده از کنتور آب با دقت ۰/۱ لیتر اندازه‌گیری شد. زمان آبیاری بر اساس سطوح پتانسیل رطوبتی ذکر شده با استفاده از تانسیومتر مشخص گردید. محلول پاشی کربنات کلسیم در دو مرحله ٤ تا ٦ برگی و مرحله ۹ برگی صورت گرفت. فاصله بین هر یک از کرت‌های اصلی ۲ متر و فاصله بین کرت‌های فرعی به منظور عدم تداخل غلظت‌ها به واسطه محلول پاشی، ۰/۵ متر در نظر گرفته شد و فاصله بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شده است.

نتایج و بحث

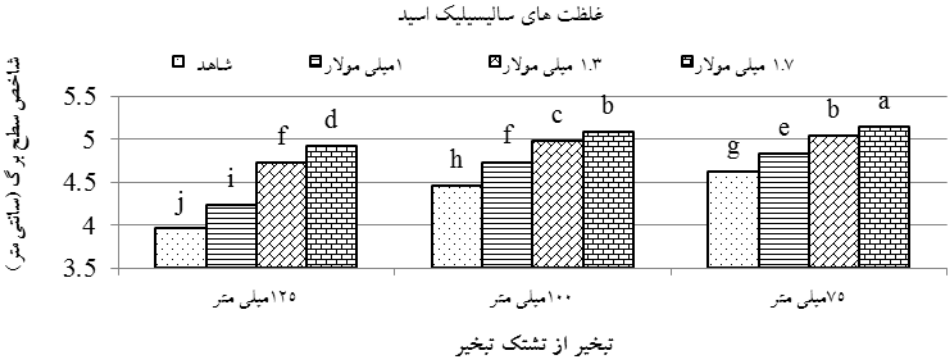
تأثیر متقابل دور آبیاری، کربنات کلسیم و سالیسیلیک اسید بر سطح برگ

علاوه بر اینکه اثر مستقل دور آبیاری و کربنات کلسیم بر سطح برگ گیاه ذرت معنی‌دار بود و باعث افزایش رشد سطح برگ شد، اثر متقابل آنها نیز مورد واکاوی قرار گرفت. نمودار ۱ مشخص می‌کند که دور آبیاری و کربنات کلسیم بر هم اثر افزایشی داشته و باعث افزایش سطح برگ گیاه ذرت می‌شوند به صورتی که بیشترین میزان سطح برگ برای تیمار ۳ کیلوگرم در هزار لیتر و ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک است که با تیمار ۷۵ میلی متر تبخیر از تشتک نیز تفاوت معنی‌داری ندارد. کمترین نیز برای تیمار شاهد بدون مصرف کربنات کلسیم با ۱۲۵ میلی متر تبخیر از طشتک می‌باشد. هرچه میزان کربنات کلسیم افزایش یافته است سطح برگ نیز روند افزایشی پیدا می‌کند ولی برای تیمار ۱ کیلوگرم در هزار لیتر این گونه نبوده و با افزایش این ماده در تیمار ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک تقریباً شبیه به شاهد

است. تیمار ۳ کیلوگرم در هزار لیتر آب از کربنات کلسیم در شرایط ۱۲۵ میلی متر تبخیر از تشتک با تیمار ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک و ۲ کیلوگرم در هزار لیتر تفاوتی ندارد.



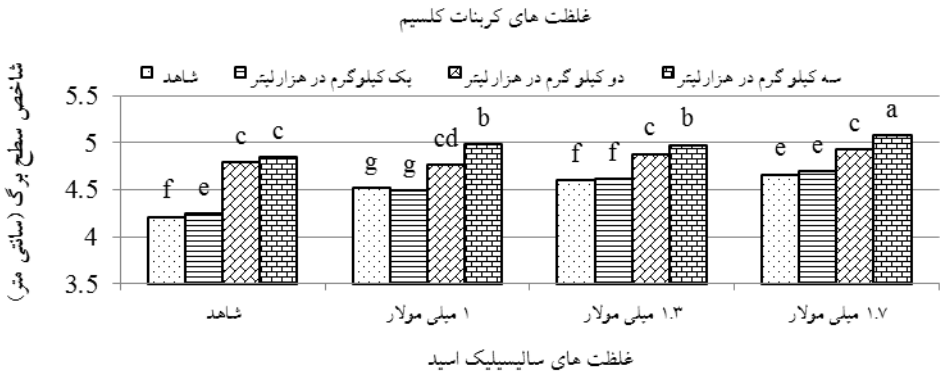
نمودار ۱- اثر متقابل دور آبیاری و غلظت‌های کربنات کلسیم بر سطح برگ ذرت



نمودار ۲- اثر متقابل دور آبیاری و غلظت‌های سالیسیلیک اسید بر سطح برگ ذرت

نمودار ۲، اثر متقابل سالیسیلیک اسید و دور آبیاری را نشان می‌دهد، همانطور که مشاهده می‌کنید بیشترین میزان سطح برگ برای تیمار ۷۵ میلی متر تبخیر از تشتک و ۱/۷ میلی مولار سالیسیلیک اسید است که با تیمارهای دیگر تفاوت معنی‌داری دارد و بعد از آن در رتبه دوم تیمار ۱/۷ میلی مولار سالیسیلیک اسید و ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک است و کمترین میزان سطح برگ برای تیمار شاهد بدون مصرف سالیسیلیک اسید است. لذا می‌توان گفت که سالیسیلیک اسید با دور آبیاری باعث افزایش سطح برگ گیاه ذرت می‌شود.

اثر متقابل سالیسیلیک اسید و کربنات کلسیم در جدول ٤، در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد، و نمودار ۳ نیز نتایج آزمون دانکن برای هر تیمار به صورت جداگانه نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود بیشترین میزان سطح برگ برای تیمار ۱/۷ میلی مولار و ۳ کیلوگرم در هزار لیتر آب از کربنات کلسیم است. نکته قابل توجه اینکه زمانی که غلظت کربنات کلسیم و سالیسیلیک اسید افزایش پیدا می‌کند میزان سطح برگ نیز روند افزایشی پیدا می‌کند. لذا می‌توان گفت که سالیسلیک اسید و کربنات کلسیم بر هم اثر مثبت داشته و باعث افزیش سطح برگ می‌شود. بنابراین باید گفت که اثر سالیسیلیک اسید و کربنات کلسیم در تنش خشکی باعث افزایش سطح برگ ذرت می‌شود.



نمودار ۳- اثر متقابل کربنات کلسیم و غلظت‌های سالیسیلیک اسید بر سطح برگ ذرت

تعداد دانه در بلال ذرت

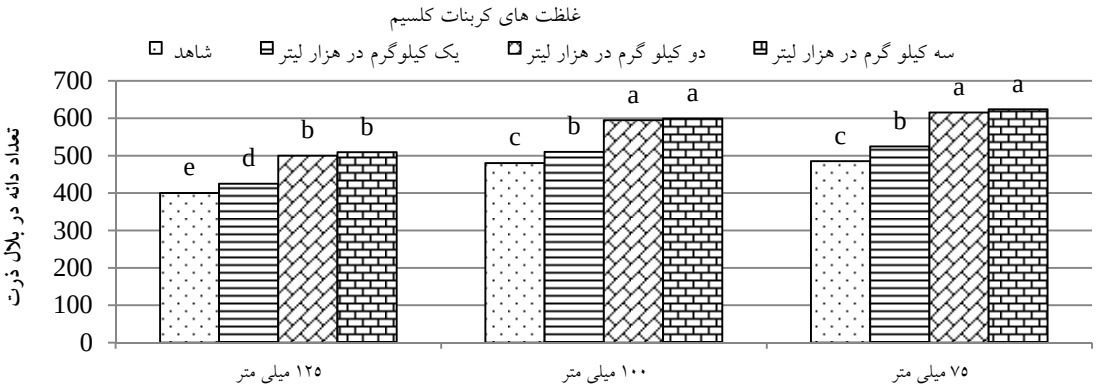
در جدول تجزیه واریانس ٤، مشاهده شد که تعداد دانه در بلال ذرت در سطح ۱ درصد آماری تحت تاثیر دور آبیاری، غلظت‌های کربنات کلسیم و سالیسیلیک اسید معنی دار می‌باشد. با افزایش دور آبیاری تعداد دانه در بلال ذرت روند افزایشی پیدا می‌کند و این روند برای غلظت‌های کربنات کلسیم و سالیسیلیک اسید نیز قابل روئیت است.

کمترین تعداد دانه در بلال در تیمارهای شاهد بدون مصرف کربنات کلسیم و ۱۲۵ میلی متر تبخیر از تشتک به دست آمد. به نظر می‌رسد که از مهم‌ترین دلایل کاهش تعداد دانه در بلال افزایش تنش کم آبی و کاهش آب در سلول‌های گاهی و همچنین ورود یون‌های مضر و املاح محلول در فضای بین سلولی باشد. نکته قابل توجه اینکه در صفت تعداد دانه در بلال بین تیمارهای شاهد و مصرف ۱ کیلوگرم در هزار لیتر آب کربنات کلسیم اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. در رابطه با تاثیر تنش کم آبی در ذرت باید گفت که کمبود آب وزن ماده خشک، تعداد دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف را به صورت معنی-داری کاهش داده و باعث کاهش عملکرد نهایی دانه در واحد سطح شود. با افزایش رطوبت خاک به واسطه اعمال تیمار های ۷۵ و ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک و همچنین غلظت کربنات کلسیم به ۲ و ۳ کیلوگرم در هزار لیتر، تعداد دانه در بلال ذرت افزایش معنی‌داری پیدا کرد. کاربرد کلسیم به خصوص در تیمار ۱۲۵ میلی متر تبخیر از تشتک با جلوگیری از ورود املاح مضر به درون بافت سلولی به خوبی توانسته است اثرات کمبود آب را کاهش دهد و در نهایت با توجه به نمودار، تیمار ۳ کیلوگرم در هزار لیتر کربنات کلسیم در ۷۵ میلی متر تبخیر از تشتک بیشترین میزان تعداد دانه در بلال را دارد. همانطور که مشاهده شد با افزایش رطوبت خاک در حضور کربنات کلسیم، تعداد دانه در بلال نیز افزایش یافت که این نشان دهنده رابطه مثبت این دو عنصر در زمینه افزایش تعداد بلال در دانه است.

جدول ۱- مقایسه میانگین تعداد دانه در بلال ذرت تحت تاثیر دور آبیاری، غلظت کربنات کلسیم و اسید سالیسیک

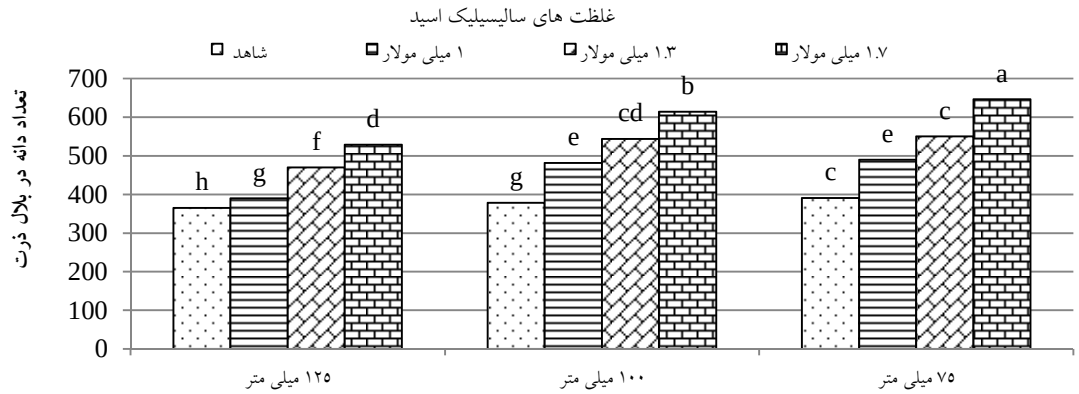
دور آبیاری (میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر)		
۷۵	۱۰۰	۱۲۵
٦۰۹a	٥۹۲b	٤۲۹c
کربنات کلسیم (کیلو گرم در هزار لیتر)		
۳	۲	۱	شاهد
٥۹۰a	٥٥۸b	٤۳۰c	۳۷۲d
سالیسیلیک اسید (میلی مولار)		
۱/۷	۱/۳	۱	شاهد
٦٤۸a	٦۱۲b	٤٦٤c	۳۷۸d

حروف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت معنی داری در سطح ٥ درصد احتمال به وسیله آزمون دانکن



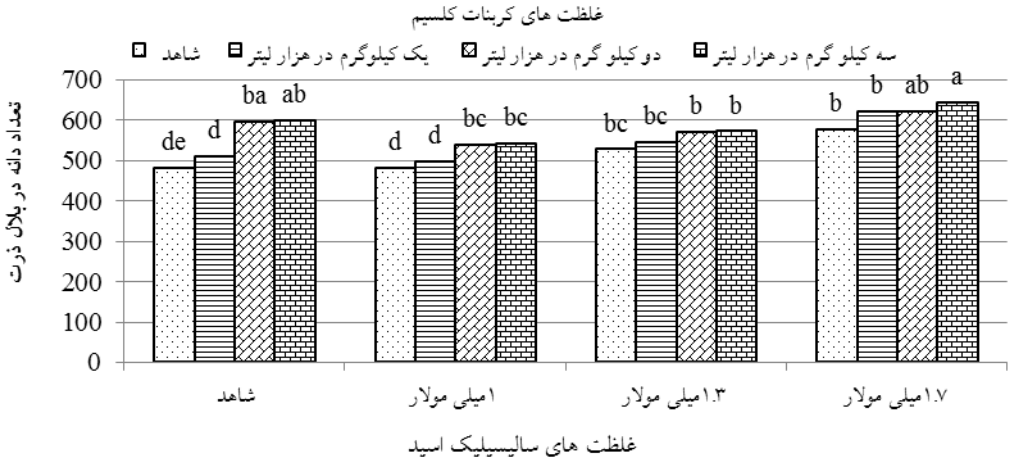
نمودار ٤- اثر متقابل دور آبیاری و غلظت‌های کربنات کلسیم بر تعداد دانه بلال ذرت

مقایسات میانگین اثر متقابل هورمون و سطوح آبیاری نیز نشان داد نمونه‌های شاهد فاقد این نوع هورمون کمترین میزان تعداد دانه در بلال را دارا می باشند و زمانی که سالیسیلیک اسید به عنوان تحریک کننده استفاده می‌شود در هر سه تیمار ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی متر تبخیر از تشتک افزایش نسبتاً چشمگیری پیدا می‌کند که نسبت به کربنات کلسیم مشهودتر است. همانطور که مشاهده می‌شود بیشترین میزان تعداد دانه در بلال برای تیمار ۱/۷ میلی مولار سالیسیلیک اسید و ۷۵ میلی متر تبخیر از تشتک است که با سایر نمونه‌ها نیز تفاوت معنی‌دار دارد و کمترین میزان آن نیز برای تیمارهای شاهد در تمامی نمونه‌ها می‌باشد. نکته قابل توجه افزایش چشمگیر تعداد دانه در بلال پس از استفاده از ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید در گیاه می‌باشد که این مورد نیز نشان دهنده تأثیر به سزای سالیسیلیک اسید بر افزایش تعداد دانه در بلال و کاهش فشار کمبود آب دارد. از این رو می-توان استناد کرد که در صورت ایجاد کمبود آب در محیط و کاهش آب مصرفی ذرت، می توان با استفاده از سالیسیلیک اسید تعداد دانه در بلال را افزایش و عملکرد نهایی ذرت را نیز افزایش داد. تنش آب در زمان گلدهی می‌تواند به خروج کلاله ها از غلاف بلال صدمه بزند و باعث خشکی آنها شود و تعداد دانه تشکیل شده در بلال را کاهش دهد. تعداد دانه در بلال، حساسترین جزء عملکرد به کمبود آب است و کاهش تعداد دانه ممکن است بر اثر تأخیر در ظهور کاکل و یا سقط جنین در اثر کمبود هیدرات های کربن باشد. بنابراین برای جلوگیری از خسارات احتمالی در تعداد دانه در بلال و عملکرد کلی می‌توان از سالیسیلیک اسید استفاده کرد تا اثر کمبود آب را تا حدی کاهش دهد.



نمودار ٥- اثر متقابل دور آبیاری و غلظت‌های سالیسیلیک اسید بر تعداد دانه در بلال ذرت

نمودار ٦، اثر متقابل کربنات کسلیم و سالیسیلیک اسید بر تعداد دانه در بلال را نشان می‌دهد که با توجه به اطلاعات این نمودار می‌توان گفت که اثر متقابل این دو ماده در تعداد دانه بیشتر قابل روئیت است، به صورتی که بیشترین میزان تعداد دانه در هر بلال مربوط به غلظت ۳ کیلوگرم در هزار لیتر آب از کربنات کلسیم و ۱/۷ میلی مولار سالیسیلیک اسید بود. نکته قابل توجه دیگر این است که بین غلظت ۲ و ۳ کیلوگرم در هزار لیتر آب از کربنات کلسیم با تیمارهای مختلف سالیسیلیک اسید تفاوت چندان زیادی وجود ندارد و تقریباً یکسان بوده، لذا می‌توان گفت که افزایش بیش از ۲ کیلوگرم در هزار لیتر آب از کربنات کلسیم تاثیر چندان زیادی در افزایش تعداد دانه در هر بلال ندارد، البته این مورد در تعداد دانه در هر ردیف و تعداد ردیف قابل روئیت بود ولی در مورد تعداد دانه در هر ردیف بلال بیشتر مشهود است. نکته دیگری که در این نمودار وجود دارد، این است که بین غلظت ۱/۳ میلی مولار و ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید تفاوت چندان زیادی دیده نمی‌شود در حالی که با افزایش به ۱/۷ میلی مولار این روند افزایشی تعداد دانه در بلال سرعت بیشتری به خود گرفته است. همچنین مثل موارد قبل باید گفت که در صورت ایجاد کمبود آب در گیاه ذرت استفاده همزمان کربنات کلسیم و سالیسیلیک اسید می‌تواند خاصیت جبرانی داشته باشد و این کاهش تعداد دانه در بلال را بهبود بخشد.



نمودار ٦- اثر متقابل کربنات کلسیم و غلظت‌های سالیسیلیک اسید بر تعداد دانه در بلال ذرت

وزن هزار دانه

مطابق جدول تجزیه واریانس ٤، دور آبیاری در سطح آماری ۱ درصد بر وزن دانه ذرت اثر گذار بود. اما در رابطه با غلظت‌های کلربنات کلسیم وزن هزار دانه ذرت بین تیمارهای متفاوت، معنی‌دار نشد. پس از نظر تأثیر مستقیم کربنات کلسیم بر وزن هزار دانه ذرت، تأثیر نداشته ولی میزان ظرفیت آب زراعی تأثیر مستقیمی بر وزن هزار دانه داشته و هرچه میزان آب افزایش پیدا کند بر اثر آن وزن هزار دانه نیز افزایش خواهد یافت. ولی بر خلاف کربنات کلسیم، با افزایش میزان سالیسیلیک اسید، وزن هزار دانه نیز روند افزایشی پیدا کرد ولی این روند افزایشی چندان زیاد نیست. به طوری که ۱/۷ میلی مولار بیشترین میزان وزن هزار دانه را در ذرت ایجاد کرد ولی بین دو نمونه ۱ و ۱/۳ میلی مولار تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

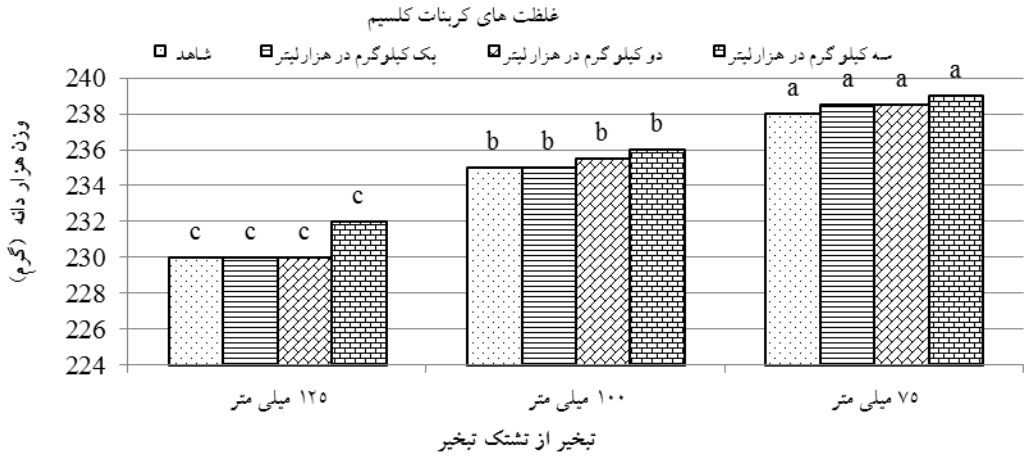
همچنین بر اساس نمودار ۷، وزن هزار دانه ذرت در تیمار ۱۲۵ میلی متر تبخیر از تشتک کمترین میزان وزن دانه ذرت به دست آمد این درحالی انجام گرفت که بین غلظت‌های متفاوت آن تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. به نظر می‌رسد در این تیمار به دلیل تنش زیاد کم آبی و افزایش یون‌های محلول دانه‌های ذرت چروکیده شده و از وزن آن کاسته شده است. با افزایش رطوبت قابل استفاده و در دسترس گیاه به تدریج وزن دانه ذرت افزایش یافته به طوری که بین تمامی تیمارهای دور آبیاری اختلاف معنی‌داری وجود داشت. در نهایت تیمار ۷۵ میلی متر تبخیر از تشتک ، وزن هزار دانه بیشتری نسبت به ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک ایجاد کرد و به طبع آن با کاهش میزان آب در دسترس گیاه منجر به کاهش فتوسنتز و مواد پرورده کافی و انتقال آنها به سمت دانه‌ها، شده و باعث کاهش وزن هزار دانه ذرت شد. پس با توجه به اطلاعات به دست آمده می‌توان گفت

که اثر متقابل کربنات کلسیم و دور آبیاری نیز نتوانسته است منجر به افزایش وزن هزار دانه شود و می‌توان گفت که کربنات کلسیم تاثیر قابل توجهی بر افزایش وزن هزار دانه ندارد.

جدول ۲- مقایسه میانگین وزن هزار دانه تحت تاثیر دور آبیاری، غلظت کربنات کلسیم و اسید سالیسیک

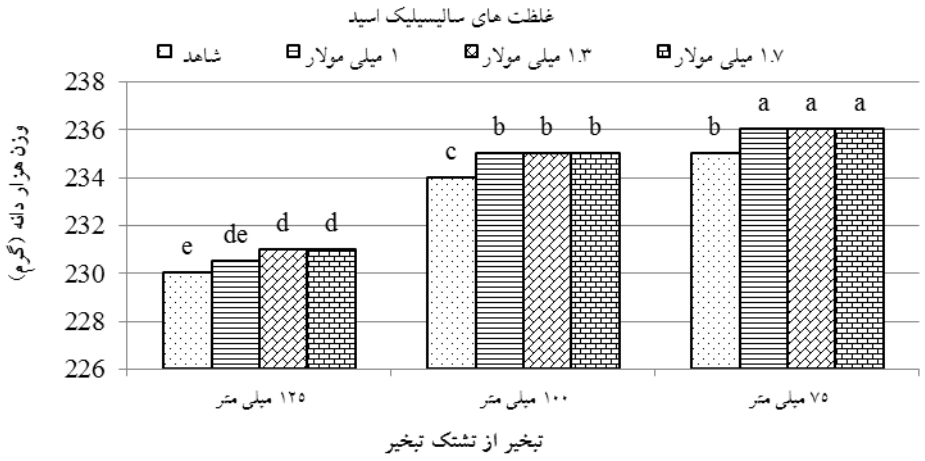
دور آبیاری (میلی متر تبخیر از تشتک)		
۷۵	۱۰۰	۱۲۵
۳٤۲/٦٤a	۳۳۸/۵۲b	۳۲٦/٤٦c
کربنات کلسیم (کیلو گرم در هزار لیتر)		
۳	۲	۱	شاهد
۳۳٦/۵۲a	۳۳٤/٦۲a	۳۳۲/۱۷a	۳۳۰/٤۱a
سالیسیلیک اسید (میلی مولار)		
۱/۷	۱/۳	۱	شاهد
۳٤٦/٦۵a	۳٤٤/۳۹b	۳٤۲/۵۸b	۳۳۰/٤۱c

حروف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد احتمال به وسیله آزمون دانکن

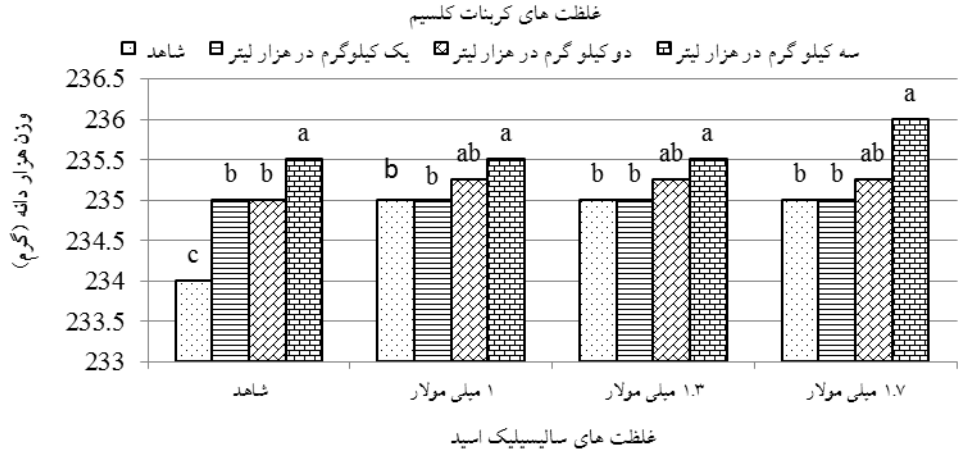


نمودار ۷-اثر متقابل دور آبیاری و غلظت‌های کربنات کلسیم بر وزن هزار دانه ذرت

با توجه به نتایج به دست آمده از مقایسات میانگین اثر متقابل هورمون و سطوح آبیاری مشاهده شد که کمترین میزان وزن هزار دانه برای تیمار شاهد در ۱۲۵ میلی متر تبخیر از تشتک است و با افزایش میزان آب در دسترس گیاه وزن هزار دانه نیز روند افزایشی پیدا می‌کند. نکته قابل توجه این است که زمانی که هورمون سالیسیلیک اسید استفاده می‌شود، وزن هزار دانه روند افزایشی پیدا می‌کند. به صورتی که در تمامی تیمارهای ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی متر تبخیر از تشتک این تغییر صورت پذیرفته است. لذا اثر متقابل سالیسیلیک اسید و دور آبیاری در کمبود آب می‌تواند کمک کند که وزن هزار دانه ذرت افزایش پیدا کند ولی زمانی که میزان مصرف سالیسیلیک اسید به ۱/۳ و ۱/۷ میلی مولار افزایش پیدا می‌کند این روند افزایش وزن هزاردانه متوقف شده و تقریباً ثابت می‌ماند. لذا می‌توان گفت در صورت وجود کمبود آب با استفاده از سالیسیلیک اسید می‌توان کاهش وزن هزار دانه را تا حدودی جبران کرد.



نمودار ۸- اثر متقابل دور آبیاری و غلظت‌های سالیسیلیک اسید بر وزن هزار دانه ذرت



نمودار ۹- اثر متقابل کربنات کلسیم و غلظت‌های سالیسیلیک اسید بر وزن هزار دانه

نمودار ۹، اثر متقابل سالیسیلیک اسید و کربنات کلسیم بر وزن هزاردانه ذرت را مشخص می‌کند. اگر به اطلاعات نمودار دقت شود، می‌توان گفت که هرچه غلظت کربنات کلسیم افزایش پیدا کرده میزان وزن هزاردانه ذرت نیز روند افزایشی بیشتری به خود گرفته است. به صورتی که در غلظت ۳ کیلوگرم در هزار لیتر آب از کربنات کلسیم و غلظت ۱/۷ میلی مولار سالیسیلیک اسید تفاوت معنی‌داری وجود دارد. و از طرف دیگر با مقایسه تیمارهای متفاوت با نمونه شاهد باید گفت که این دو ماده با یک شیب ملایم اثر مناسبی بر افزایش وزن هزاردانه ذرت داشته و تاثیر کربنات کلسیم نسبت به سالیسیلیک اسید بیشتر می‌باشد. به طور کلی می‌توان گفت که در صورت وجود کمبود آب در گیاه ذرت می‌توان از سالیسیلیک اسید در غلظت کم و کربنات کلسیم در غلظت‌های بالاتر کاهش وزن هزار دانه را جبران کرد. به هر حال بهبود شرایط رویشی گیاه کمک شایانی به تنفس، فتوسنتز و افزایش مواد گیاه کرده و در پی آن وزن هزار دانه ذرت نیز تحت تأثیر قرار گرفته و افزایش پیدا می‌کند.

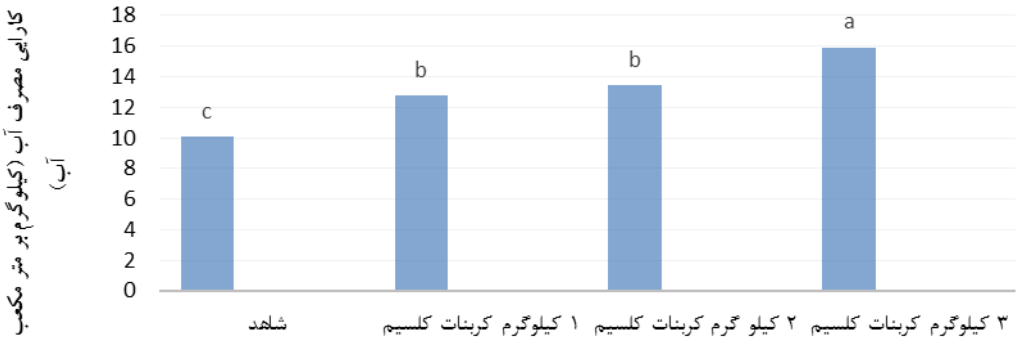
کارآیی مصرف آب

بررسی اثر دور آبیاری بر کارایی مصرف آب در یک دوره کشت برای عملکرد دانه ذرت در نمودار ۱۰، گزارش شده است. با توجه به نمودار، با افزایش دور آبیاری، کارایی مصرف آب نیز روند افزایشی داشته است به صورتی که بیشترین میزان کارایی مصرف آب مربوط به ۷۵ میلی متر تبخیر از تشتک بوده است.

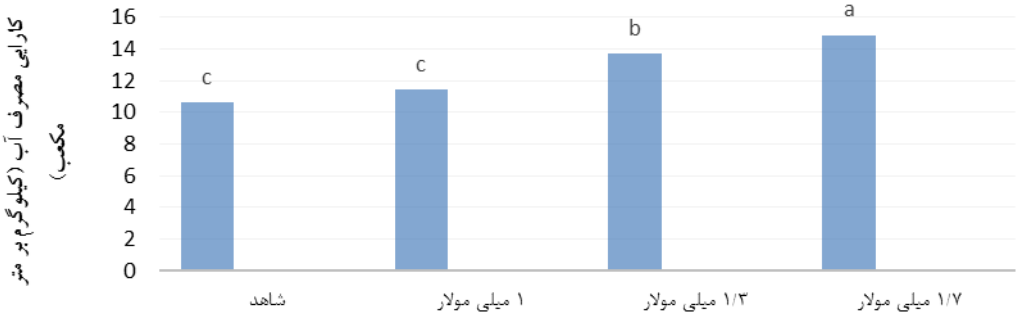
کارآیی مصرف آب از خصوصیات مهم فیزیولوژیک گیاه در رابطه با توانایی در مقابله با کمبود آب است.

اثر کربنات کلسیم بر کارایی مصرف آب در نمودار ۱۱، تشریح شده است که با توجه به اطلاعات مندرج در این نمودار بیشترین میزان کارایی مصرف آب مربوط به ۳ کیلوگرم کربنات کلسیم در هکتار و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بوده است. اثر سالیسیلیک اسید بر کارایی مصرف آب در نمودار ۱۲، تشریح شده است که با توجه به اطلاعات مندرج در این نمودار بیشترین میزان کارایی مصرف آب مربوط به ۱/۷ میلی مولار در هکتار و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بوده است.

نمودار ۱۰- اثر دور آبیاری بر کارایی مصرف آب



نمودار ۱۱- اثر سطوح مختلف کربنات کلسیم بر کارایی مصرف آب



نمودار ۱۲- اثر سالیسیلیک اسید بر کارایی مصرف آب

میزان پرولین

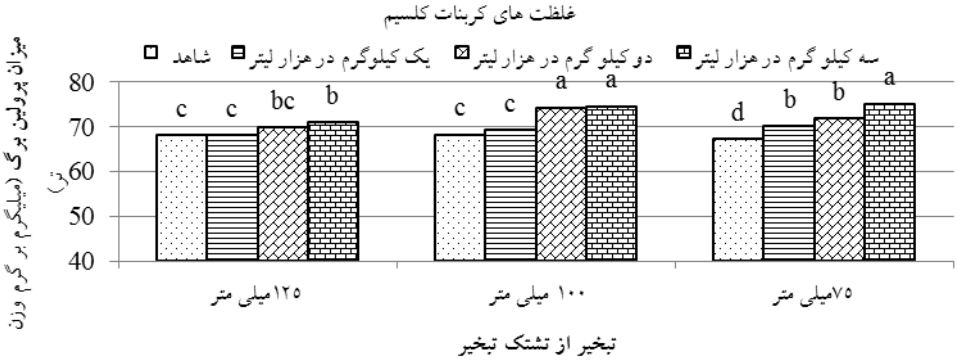
جدول ۳، نتایج مقایسه میانگین اثرات دور آبیاری، غلظت کربنات کلسیم و اسید سالیسیلیک بر میزان پرولین مشخص نمود که دور آبیاری، غلظت‌های متفاوت کربنات کلسیم و سالیسیلیک اسید بر میزان پرولین تاثیر مستقیم داشته است. که با کاهش میزان سطح آبیاری میزان پرولین نیز افزایش یافته است. همچنین برای کربنات کلسیم، با افزایش میزان غلظت‌ها، میزان پرولین روند افزایشی به خود گرفته است ولی بین نمونه ۲ کیلوگرم در هزارلیتر و ۳ کیلوگرم در هزار لیتر کربنات کلسیم این تفاوت مشاهده نشد. علاوه بر آن برای بررسی تاثیر میزان سالیسیلیک اسید هم، با افزایش این ماده میزان پرولین افزایش یافته است.

اثر متقابل کربنات کلسیم و دور آبیاری بر میزان پرولین برگ مشخص نمود که کمترین میزان پرولین برگ برای نمونه شاهد از کربنات کلسیم با اعمال تیمار ۷۵ میلی متر تبخیر از تشتک بوده است. بیشترین میزان پرولین برای نمونه تیمار ۳ کیلوگرم در هزار لیتر از کربنات کلسیم با ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک می‌باشد. نکته قابل توجه در این نمودار این می‌باشد که با افزایش میزان تبخیر از تشتک به ۱۰۰ میلی متر، و اثر متقابل آن با کربنات کلسیم اثر مثبتی بر میزان پرولین برگ داشته است و باعث افزایش آن شده است. لذا میزان پرولین برگ با افزایش میزان رطوبت خاک و کاهش کربنات کلسیم روند افزایشی به خود می گیرد. همچنین بین تیمارهای ۱، ۲ و ۳ کیلوگرم از کربنات کلسیم به همراه تیمار ۷۵ میلی متر تبخیر از تشتک تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، لذا می‌توان گفت که در صورت عدم تنش خشکی در ذرت هیچ یک از سطوح کربنات کلسیم نتوانسته است میزان پرولین برگ را تحت تأثیر قرار دهد هر چند که با نمونه شاهد تفاوت معنی داری را از خود نشان داده است.

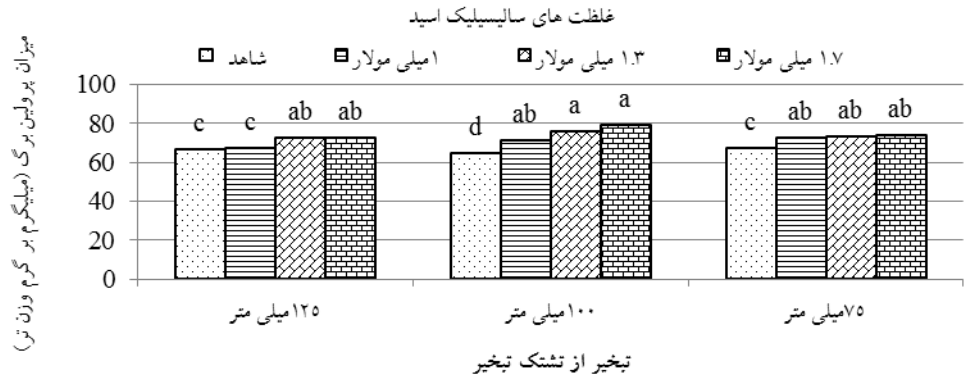
جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات مستقیم میزان پرولین تحت تأثیر دور آبیاری، غلظت کربنات کلسیم و اسید سالیسیک

دور آبیاری (میلی متر تبخیر از تشتک)			
۷۵	۱۰۰	۱۲۵	
۶۰/۲۴^{c}	۶۴/۲۶^{b}	۶۷/۳۴^{a}	
کربنات کلسیم (کیلو گرم)			
۳	۲	۱	شاهد
۷۴/۴۹^{a}	۷۲/۳۵^{a}	۶۹/۲۸^{b}	۶۳/۲۸^{c}
سالیسیلیک اسید (میلی مولار)			
۱/۷	۱/۳	۱	شاهد
۷۷/۸۴^{a}	۷۲/۶۵^{b}	۷۰/۲۴^{b}	۶۳/۲۸^{c}

حروف مشترک نشان دهنده عدم تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد احتمال به وسیله آزمون دانکن



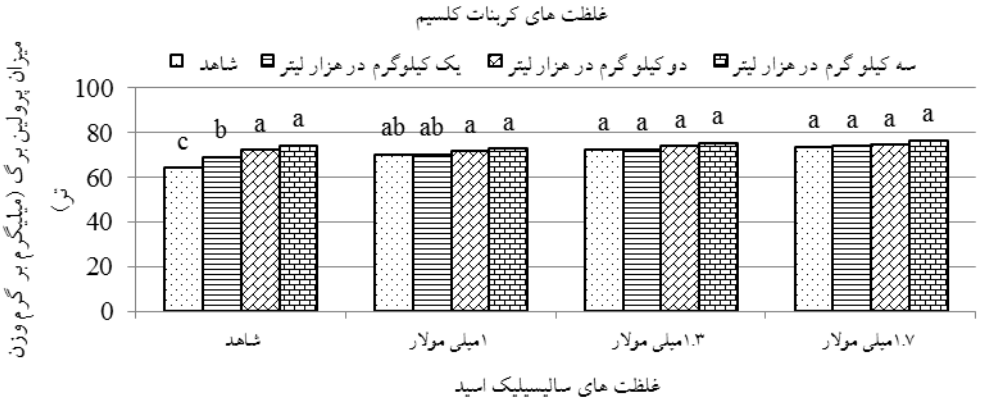
نمودار ۱۳- اثر متقابل دور آبیاری و غلظت‌های کربنات کلسیم بر میزان پرولین برگ



نمودار ١٤- اثر متقابل دور آبیاری و غلظت‌های سالیسیلیک اسید بر میزان پرولین برگ

همچنین اثر متقابل سالیسیلیک اسید و دور آبیاری بر میزان پرولین برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است. همانطور که مشاهده می شود بیشترین میزان پرولین برای تیمار ۱/۷ میلی مولار با دور آبیاری ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک می‌باشد که با تیمار ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک به همراه ۱/۳ میلی مولار هورمون تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

بررسی اثر متقابل سالیسیلیک اسید و کربنات کلسیم بر افزایش میزان پرولین برگ نشان داد که استفاده همزمان این دو ماده هرچند باعث افزایش میزان پرولین نسبت به نمونه شاهد در تنش خشکی می‌شود ولی بین تیمارهای مختلف غلظت‌های متفاوت سالیسیلیک اسید و کربنات کلسیم اختلاف معنی دار وجود ندارد. با افزایش این دو ماده تاثیر قابل توجهی نسبت به افزایش پرولین مشاهده نشد. لذا می‌توان گفت که استفاده همزمان سالیسیلیک اسید و کربنات کلسیم تقریباً اثر مثبتی بر یکدیگر نداشته اند، ولی برای زمانی که تنش خشکی ذرت وجود دارد افزایش غلظت‌های کربنات کلسیم تا ۲ کیلوگرم در هزار لیتر و ۱/۳ میلی مولار سالیسیلیک اسید می تواند باعث افزایش میزان پرولین برگ شود.



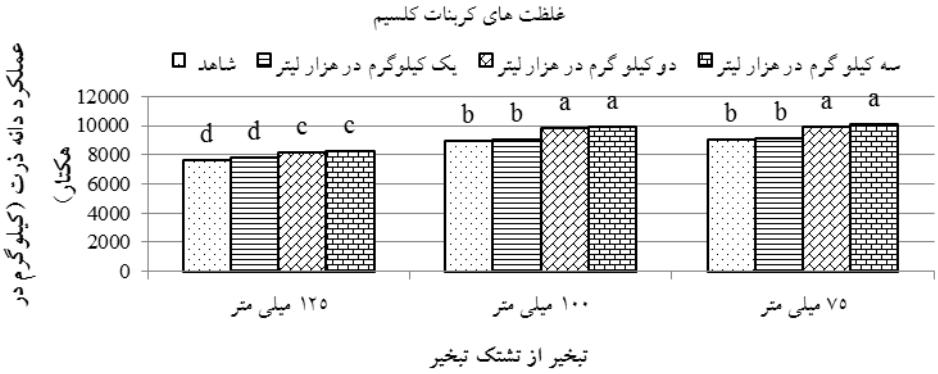
نمودار۱۵- اثر متقابل کربنات کلسیم و غلظت‌های سالیسیلیک اسید بر میزان پرولین برگ

عملکرد دانه ذرت

همانطور که از تجزیه واریانس ٤، به دست آمد، تاثیر دور آبیاری، کربنات کلسیم و سالیسیلیک اسید به صورت مستقیم و اثر متقابل آنها بر عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. در این رابطه هم تقسیم و هم حجم سلول‌ها به وسیله تنش کاهش یافته ولی عموماً تقسیم سلولی کمتر از افزایش حجم آن کاهش می‌یابد. زیرا معمولاً تقسیم سلولی متعاقب عدم توانایی سلول در افزایش حجم کاهش می‌یابد. تنش آب در مراحل قبل از گلدهی، زمان گلدهی و بعد از گلدهی عملکرد ذرت را به ترتیب ۵۰، ۲۵ و ۲۱ درصد کاهش می‌دهد(شیبانی، ۱۳۹۳). با این وجود مشاهده می‌شود که هر سه عامل دور آبیاری، کربنات کلسیم و

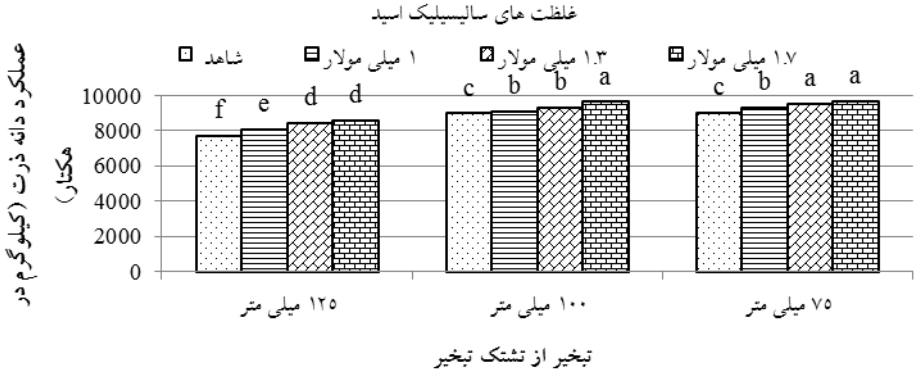
سالیسیلیک اسید به صورت مستقیم بر عملکرد ذرت تأثیر می‌گذارند.

از نظر اثر متقابل کربنات کلسیم و دور آبیاری، کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار ۱۲۵ میلی متر تبخیر از تشتک بدون مصرف کربنات کلسیم می‌باشد که با توجه به کاهش رطوبت قابل استفاده در خاک، کاهش معنی‌داری در اجزای عملکرد دانه ذرت به وجود آمد که در نهایت تاثیر ان بر عملکرد دانه مشاهده شد. بیشترین میزان عملکرد دانه ذرت مربوط به تیمار ۷۵ میلی متر تبخیر از تشتک و ۳ کیلوگرم از کربنات کلسیم می‌باشد که با تیمار ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک نیز تفاوت معنی‌داری ندارد. نکته حائز اهمیت دیگر اینکه تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار ۳ و ۲ کیلوگرم وجود ندارد لذا می‌توان گفت که استفاده بیش از ۲ کیلوگرم در هزار لیتر آب از کربنات کلسیم تاثیر چندان زیادی بر افزایش عملکرد دانه ندارد. همانطور که مشاهده شد تیمار ۷۵ میلی متر تبخیر از تشتک و مصرف ۳ کیلوگرم از کربنات کلسیم بیشترین میزان عملکرد دانه ذرت را باعث شده اند، به نظر می‌رسد که عدم وجود تنش کم آبی و کاهش املاح محلول و مضره به واسطه افزایش کربنات کلسیم با تاثیر مثبت بر فرایندهای فیزیولوژیک از قبیل افزایش فتوسنتز، افزایش عملکرد دانه ذرت را باعث شده باشد.

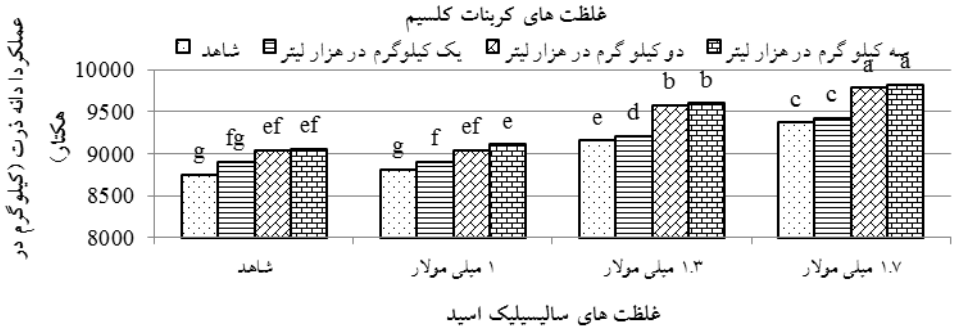


نمودار ۱۶- اثر متقابل دور آبیاری و غلظت‌های کربنات کلسیم بر عملکرد دانه ذرت

با توجه به مقایسات میانگین اثر متقابل هورمون و سطوح آبیاری غلظت ۱/۷ میلی مولارسلیسیلیک اسید با ۷۵ میلی متر تبخیر از تشتک بیشترین عملکرد دانه و ۱۲۵ میلی متر تبخیر از تشتک بدون مصرف کربنات کلسیم کمترین عملکرد دانه را داشته است. اما لازم به ذکر است که غلظت ۱ میلی مولار سالیسیلیک اسید با نمونه شاهد اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد دانه ایجاد شد که این روند برای دو تیمار ۱۰۰ و ۷۵ میلی متر تبخیر از تشتک نیز قابل مشاهده است ولی بین دو تیمار ۱/۳ و ۱/۷ میلی مولار در ۷۵ درصد ظرفیت زراعی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. دو نمودار ۱۶و ۱۷، نشان داد که افزایش دو ماده سالیسیلیک اسید و کربنات کلسیم به تنهایی منجر به افزایش عملکرد دانه ذرت می‌شوند.



نمودار ۱۷- اثر متقابل دور آبیاری و غلظت‌های سالیسیلیک اسید بر عملکرد دانه ذرت



نمودار ۱۸- اثر متقابل کربنات کلسیم و غلظت‌های سالیسیلیک اسید بر عملکرد دانه ذرت

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه بر اساس میانگین مربعات

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		سطح برگ	تعداد دانه در بلال	وزن هزار دانه	کارآیی مصرف آب	میزان پرولین	عملکرد دانه
سال (Y)	۱	۰/۰٤^{ns}	۳٦۸٥٤/۹۱^{ns}	۹٦/٥۹^{ns}	۹/۹۲٤٤۹۰۷٤^{ns}	۱۲/٥٥^{ns}	۲۸۷۳٥۳۳/۱۹^{ns}
تکرار ×سال (R.Y)	٤	۰/۰٥^{ns}	٤۸۲۹/۲۸^{ns}	۳/۳۷^{ns}	۰/۰۰۱۱٥۷٤۱^{ns}	۳/۰۳^{ns}	٤۹٥۲۹٦٥/۷۳
دور آبیاری (I)	۲	۲/٥۱**	۲۳۰٤۳٥/٤۱**	۲۹٤۰/۱۱**	۱/۷۹٤٤۹۱**	٦٤۳/٦۹*	۱۳۰۹۰۸٦۷۲/۲*
سال × آبیاری (Y.I)	۲	۰/۱۱^{ns}	٤٥۲۰٦/۷٤^{ns}	۷٤/۸۲^{ns}	۱٦/٤۳٤٤۹۰۷^{ns}	۱۲/٥٥^{ns}	۲۸۷۳٥۳۳/۱۹^{ns}
خطای a	۸	۰/۲۱	۱۰۳۱٦۱/۹٤	۱۰۰/٥٥	٤۷۸۲٤/۰۳	۸۹/۷۳	۲۹٦۹۱٤۹۸/۷۱
کربنات کلسیم (Ca)	۳	۰/٤٥٥**	۱۱٦۱۲۸٦/۹۳**	۱٦۲/۱۹^{ns}	٦٤۷/۱۳٦۲۰۷**	۲۲۳/۸٤*	٤۹۱۹٥۰٤۹/۰۳*
اثر متقابل (Ca.Y)	۳	۱/۳۰۷^{ns}	٤۹۸٥٦/۹٦^{ns}	۱۹٦/٥۹^{ns}	۰/۰۰۰۳۲٤^{ns}	۲۲/۰٥	۷۳۲٦۳۲٦/۰۲
اثر متقابل (I.Ca)	٦	۲/۷۲٦**	۱۸۲۰۹۸/۹۲*	۲٤۰/۱*	۰/۰۰۰۷٤۱^{ns}	٤۲۰/٤*	۷۸۱٦۱۸٥۰/۰۸*
اثر متقابل (Ca.I.Y)	٦	۱/۳۸^{ns}	۷۲۹۸۲/۹۹^{ns}	۱۹۱/۱٦^{ns}	۰/۰۰۰۳۲٤^{ns}	۹۹/۸۳^{ns}	۱٤۱٤٤۲۷٦/۰۷^{ns}
سالیسیلیک اسید (SA)	۳	۲/٥٦۹**	۱۱۷۳٥٦۱/۱۳**	۲۱۱/۸٦*	۰/۰۰٦٥۲٤**	۲٥۰/۹*	۳۲٥۱۱۷۱۷/۳۱*
اثر متقابل (SA.Y)	۳	۰/۰۸۹^{ns}	٦۱۹۱٦/۱۹^{ns}	۱۸۷/۲۸^{ns}	۰/۰۰۰۳۲٤^{ns}	۳۱/۰۸^{ns}	۳۲۳٦۹۸۸/۸۱^{ns}
اثر متقابل (I.SA)	٦	۱/۸٥**	۳٦۸٥٤۹۱/۱۷**	۲۱۳/٥۳*	۰/۰۰۰۷٤۱^{ns}	۲٥٤/۷*	۱۲۸۱۰۷۸۱۱/۱۲*
اثر متقابل (Ca.SA)	۹	۲/۹۹**	۳۹۸٤٥۰۱/٥٦**	۳٦۹/۲۸**	۰/۰۰۰۳۲٤^{ns}	۱٦٥/۸۲*	۱٤۲۹۰۹۷٥/۲۲*
اثر متقابل (SA.I.Y)	٦	۱/۱۲^{ns}	۹۹۱٤٦/۱٥^{ns}	۱۹۰/۹٥^{ns}	۰/۰۰۰۷٤۱^{ns}	٤٤/۳۱^{ns}	۱۹۷۲٦۰۷۱/۲۸^{ns}
اثر متقابل (SA.Ca.Y)	۹	۰/۰۹۹^{ns}	۹۳۱۱۱/۷٦^{ns}	۱٤۰/۱٦^{ns}	۰/۰۰۰۳۲٤^{ns}	۹٦/۱۷^{ns}	۳۹۲۸۳٦۹٥/۱۸^{ns}
اثر متقابل (SA.Ca.I)	۱۸	۲/۲٤**	٤۸۰۹۸۲/٥۳**	۷٦۹/۲٦**	۰/۰۰۰۳۲٤^{ns}	۱۳۱/۱٤*	۱۹٦۸٥٤۳۳/۳۷
اثرمتقابل(SA.Ca.I.Y)	۱۸	۰/۰۱٤^{ns}	۲۲٤٦٤/۳۷^{ns}	۱۸۹/۹۸^{ns}	۰/۰۰۰۳۲٤^{ns}	۱۱۸/۹۷^{ns}	٦۱٥۳۰۰۱۷/٤۲^{ns}
خطای کرت های فرعی	۱۸۰	۱/٤٦	۱۷۷۳۱۸/۹۸	۱۹۳/۷	۰/۰۰۱۱٥۷	۱٦۲/٥۸	٥۷۲۸۹۸۱/۰۷
ضریب تغییرات (درصد)		۱۰/٥۸	۱٥/٦۳	۲۰/۱۲	۱۲/٤٤	٥/۸۷	۱٤/۰۳

ns از لحاظ آماری معنی دار نیست *: در سطح ۰/۰٥ معنی دار است **: در سطح ۰/۰۱ معنی دار است

اثر متقابل دو ماده سالیسیلیک اسید و کربنات کلسیم در غلظت‌های متفاوت نیز تعیین کرد که یک اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای متفاوت وجود دارد به صورتی که بیشترین میزان عملکرد دانه ذرت در زمان وجود هر دو ماده، برای تیمار ۱/۷ میلی مولار و ۳ کیلو گرم از کربنات کلسیم می‌باشد. نکته دیگر این است که غلظت ۱ کیلوگرم از کربنات کلسیم با غلظت‌های

متفاوت سالیسیلیک اسید تاثیر چندان زیادی بر افزایش عملکرد ذرت ندارد ولی زمانی که این غلظت به ۲ کیلوگرم در هزار لیتر می‌رسد، این روند تغییر کرده و یک افزایش چشمگیری پیدا می-کند که نشان از تاثیر بالای غلظت‌های ۲ و ۳ کیلوگرم از کربنات کلسیم بر افزایش عملکرد ذرت است. بنابراین می‌توان استناد کرد که وجود تنش خشکی در گیاه ذرت می‌تواند از طریق استفاده از کربنات کلسیم و سالیسیلیک اسید جبران کرد و میزان عملکرد ذرت را افزایش داد.

نتیجه گیری

با توجه به جدول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین های صفات، در شرایط تنش خشکی مشخص گردید که گزینش محلول پاشی غلظت ۱/۷ میلی مولار سالیسیلیک اسید همراه با ۳ کیلوگرم کربنات کلسیم سبب دستیابی به بالاترین عملکرد دانه می گردد. نتایج به دست آمده تحت شرایط تنش خشکی در پژوهش حاظر و همچنین تأثیرات فیزیولوژیکی این دو تیمار در شرایط تنش حاصل از نتایج تحقیقات پیشین نشان می دهد که اعمال این تیمارها در مناطقی با شرایط کم آبی، در جهت افزایش راندمان آب مصرفی و دستیابی به عملکردی بالا می تواند مطلوب باشد.

منابع

چوگان، ر. ۱۳۸۳. تولید بذر ذرت. انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. ۱۰۳ صفحه.

خزاعی، ح.۱۳۸۱. اثر تنش خشکی بر عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک ارقام مقاوم و حساس گندم و معرفی مناسب ترین شاخص های مقاومت به خشکی. پایان نامه دکتری زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی. ۱۷۸ صفحه.

شیبانی عمله، م. ۱۳۹۳. تاثیر کربنات کلسیم و سطوح مختلف آبیاری بر برخی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ذرت سینگل کراس ۷۰٤. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان. ۸۷ صفحه.

Andrade, F.H., Calvinio, P.A., Cirilo, A., and Barbieri, P. 2002. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. Agron. J. 94: 975-980.

Bayuelo-jimenez, J. S., and D. G. Debouch. 2003. Growth, gas exchange, water relation and ion composition of Phaseolus species grown under saline conditions. Field Crops Res. 80:207-222.

Bishop, D. D. etal. 1983. Cropscience and food production, Mc Graw Hill Book Co.

Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Res. 89:1-16.

El-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley Gains to the interactive effect of salinity and salicylic acid .Plant Growth Regulation. 45: 215-225.

Eraslan F, Inal A, Gunes A, and Alpaslam M, 2007. Boron toxicity alters nitrate reductase activity, proline accumulation, membrane permeability and mineral constituents of tomato and pepper plants. 2007. Journal of Plant Nutrition 30: 981-994.

Kramer, G. R., J. Lynch, and E. Epstein. 2003. Influx of Na, K and Ca into roots of saltstressed cotton seedlings. Plant Physiol. 83: 510-516.

Lian, B., x. Zhou, M. Miransari and D. L. Smith. 2000. Effects of Salicylic acid on the development and root nodulation of soybean seedlings. J. Agron. And Crop Sci., 185 (3): Pp.187-192.

Lynch, J. and A. Lauchli, 2001. Salt stress disturbs the Calcium nutrition on barley (*Hordeum vulgar* L.). New Phytol. 99: 345- 354.

Netonda G.W., Onyango J.C. and Beck E. 2004. Sorghum and salinity: II. Gas exchange and chlorophyll fluorescence of sorghum under salt stress. Crop Sci. 44: 806- 811.

Oktem, A., Oktem, A.G., and Coskum, Y. 2004. Determination of sowing dates of sweet corn under Sunliurfa conditios. Turk J. Agri. 28: 83-91.

Pandey, R. K., J. W. Maranville and A. Adomou. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects of maize in a sahelian enviroment. I: Grain yield and yield components. Agric. Water manage. 46: 1-13.

Turhan, H. and Baser, I. 2004. In vitro and in vivo water stress in sunflower (*Helianthus annus* L.). HELIA. 27:227-236.

The effect of salicylic acid and calcium carbonate on water use efficiency, yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) under water deficiency condition in Marvdasht, Fars Province

M. Ebrahimi[1,2], M. Alavi Fazel[2], Y. Emam[3], A. Shokufar[2], A. Bagheri[4]

Received: 2017-5-23 Accepted: 2018-8-21

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of salicylic acid and calcium carbonate application on water use efficiency, yield and yield components of maize as Split factorial based on Randomized Complete Block Design with three replications during 2010 and 2011 growing season. The main factor was irrigation levels including three levels (75 mm, 100 mm and 125 mm pan evaporation), from four-leaf stage to the end of growing season and the secondary factors were spraying of four concentration of salicylic acid (control, 1 mM 1.3 mM and 1.7 mM) from the four-leaf stage to the end of growing season and application of four concentration of calcium (control, 1 kg per hectare, 2 kg per hectare and 3 kg per hectare). The studied traits were leaf area index, grain number in ear, weight of thousand grain, water use efficiency, proline and grain yield. The treatments of Hormone concentration of 1.7 mM and 3 kg per hectare of calcium carbonate at all levels of irrigation caused significant increase in studied traits. Therefore, the results of this study showed that use of these traits could be suitable for cultivating maize in areas with water deficiency problem to achieve optimal yield.

Key words: maize, water deficit stress, salicylic acid, calcium carbonate and yield

1- Department of Agronomy, Khuzestan Science and Research Branch, Islamic Azad University , Ahvaz, Iran
2- Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
3- Department of Agronomy, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
4- Department of Agronomy, Eghlid Branch, Islamic Azad University, Eghlid, Iran