

تأثیر توأم تنش آبی و شوری بر عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه ای رقم سینگل کراس ۲۶۰

محمدامیر بابایی^{۱*}، محمد حسن بیگلویی^۲ و نادر پیر مرادیان^۳^۱- نویسنده مسئول، دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، ایران. mohammad_t101@yahoo.com^۲- استادیار گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، ایران.^۳- استاد یار گروه آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۴/۷/۲۸

تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۲۲

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش آبی و شوری آب آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه ای (سینگل کراس ۲۶۰)، آزمایشی در سال ۱۳۹۲ در گلخانه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان شاهرود در قالب طرح اسپلیت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اصلی سه سطح آبیاری که شامل I₁: ۵۰ درصد آبیاری کامل (شاهد)، I₂: ۷۵ و I₃: ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک و فاکتور فرعی سه سطح شوری که شامل S₁: تیمار شوری ۲ دسی زیمنس بر متر (شاهد)، S₂: تیمار شوری ۴ دسی زیمنس بر متر و S₃: تیمار شوری ۶ دسی زیمنس بر متر بود. مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری و شوری نشان داد که با کاهش میزان آب آبیاری و افزایش شوری آب آبیاری عملکرد، تعداد دانه در ردیف، بهره‌وری آب آبیاری، وزن خشک کل، پروتئین ساقه، برگ، ریشه و دانه و با افزایش شوری آب آبیاری درصد وزن خشک ریشه، برگ، ساقه و گل آذین به طور معنی‌داری کاهش یافتند به طوری که بیشترین عملکرد دانه و بهره‌وری آب را از نظر تنش آبی به ترتیب با ۲۵/۳۱ گرم بر بوته و ۱/۹۱ کیلوگرم بر متر مکعب در تیمار (I₁) و کمترین آنها را به ترتیب با ۱۶/۳۸ گرم بر بوته و ۱/۴۸ کیلوگرم بر هکتار در تیمار (I₃) مشاهده شد. همچنین بیشترین عملکرد دانه و بهره‌وری آب را از نظر تنش شوری به ترتیب با ۴۱/۴۲ گرم بر بوته و ۲/۴۶ کیلوگرم بر متر مکعب در تیمار (S₁) و کمترین آنها را به ترتیب با ۰ گرم بر بوته و ۰/۶۹ کیلوگرم بر متر مکعب در تیمار (S₃) به دست آمد. نتایج این تحقیق نشان داد که برای تولید دانه ذرت با عملکرد و کار آبی مصرف آب بالا، تیمار ۷۵ (I₂) درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک به همراه تنش شوری ۲ (S₁) دسی زیمنس بر متر گزینه مناسب است.

کلیدها و واژه‌ها: تانسومتر، درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک، کارایی مصرف آب.

مقدمه

ذرت به عنوان یک غله پر محصول و یک گیاه غذایی بسیار مهم، علاوه بر کشت در کشورهای آمریکایی، در سایر نقاط جهان نیز به صورت وسیعی کشت می‌شود. با اینکه کشت ذرت از لحاظ سطح زیر کشت بعد از گندم و برنج قرار دارد (در میان غلات) اما از لحاظ تولید برابر حجم تولید هر یک از دو غله دیگر می‌باشد (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶). کشور ایران در منطقه خشک و نیمه خشک کره زمین واقع شده است و متوسط نزولات سالانه آن ۲۳۰ میلی‌متر می‌باشد و پراکنش نزولات در این منطقه (خشک و نیمه خشک) اغلب منطبق با نیازهای زراعی نبوده و محصولات دچار تنش‌های خشکی ممتد و یا موقت می‌شوند، لذا بایستی با یک مدیریت مطلوب امکان استفاده بهینه از مناطق نیمه خشک را میسر نموده و به سطح زیر کشت و بازدهی این مناطق افزود (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۳).

شوری اثر بارزی بر صفات مورفولوژیک، فنولوژیک و فیزیولوژیک در اکثر گیاهان دارد (ونگ و همکاران^۱، ۲۰۰۳). آشکارترین و روشن‌ترین اثر شوری تأخیر در رشد گیاه است. گیاهان مبتلا به شوری از نظر مورفولوژیک اغلب کوتاهتر، دارای کوتیکول توسعه یافته، برگ ضخیم‌تر و پر آب تر و به رنگ سبز تیره هستند. سطح برگ در این گیاهان کاهش یافته و نسبت ساقه به برگ بیشتر و دارای سیستم ریشه‌ای گسترده است (همائی، ۱۳۸۱). کاهش عملکرد ذرت بر اثر تنش بستگی به عواملی مثل مرحله نمو گیاه که در معرض تنش قرار گرفته، شدت و طول مدت تنش و میزان حساسیت رقم دارد. مرحله کرده افشانی و دو هفته پس از آن حساس‌ترین دوره این گیاه نسبت به تنش خشکی می‌باشد و در طی این مدت در بین اجزا عملکرد تعداد دانه‌ها در هر بلال به شدت کاهش می‌یابد (خدابنده، ۱۳۸۴). پس از کرده افشانی تنش آب دیگر

بابایی و همکاران: تاثیر توأم تنش آبی و شوری بر عملکرد کمی و...

خمیری شدن دانه نشان داد که عملکرد و وزن بلال کاهش معنی‌دار می‌یابد. بر اساس نتایج تحقیق پلات^{۱۱} (۱۹۹۵) مرحله گل‌دهی و تشکیل بلال، حساس‌ترین مرحله نسبت به تنش رطوبتی بود و کوچک‌ترین تنش رطوبتی در این مرحله از دوره رشد منجر به کاهش عملکرد، ارتفاع و قطر ساقه گردید. جعفری و حامدی (۱۳۸۷) با بررسی اثر کم‌آبیاری در مراحل مختلف رشد ذرت دانه‌ای نشان دادند که با مدیریت صحیح آبیاری در دوران رشد رویشی و زایشی و با حذف آبیاری در مراحل خمیری و دندانه‌ای شدن دانه می‌توان تا ۱۵ درصد در مصرف آب در مزارع ذرت در روش آبیاری سطحی صرفه جویی کرد بدون اینکه تأثیر معنی‌دار در میزان عملکرد دانه و پروتئین ایجاد شود. دهقان و نادری (۱۳۸۶) گزارش کردند که ذرت در مراحل رشد رویشی و بعد از گل‌دهی به ترتیب دارای بیشترین و کمترین حساسیت به شوری بود. این ویژگی‌ها به استثنای میزان پروتئین در ذرت بهتر و بیشتر از سایر گیاهان علوفه‌ای است. پاندا و همکاران^{۱۲} (۲۰۰۴) در آزمایشی تأثیر پنج تیمار آبیاری (پس از ۱۰، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل استفاده خاک) را در ذرت بررسی نموده و توزیع رطوبت در پروفیل خاک را با نوترون پروب ارزیابی کردند و دریافتند که در هیچ مرحله‌ای از رشد ذرت، نباید تخلیه رطوبت خاک به بیش از ۴۵ درصد رطوبت قابل استفاده خاک برسد. استاکل و جیمس^{۱۳} (۱۹۸۹) اثر چهار استراتژی کم‌آبیاری را بر روی عملکرد ذرت علوفه‌ای شبیه‌سازی کردند و نتیجه گرفتند که کاهش خفیف آبیاری، عملکرد و مزایای اقتصادی بهتری را در مقایسه با آبیاری کامل ایجاد می‌کند.

طی تحقیقی در زمینه کم‌آبیاری در زیمبابوه نشان داده شده است که با ۵۹ درصد کاهش آب مصرفی ذرت و با افزایش سطح زیر کشت با آب مازاد، تولید کل ۶۸ درصد افزایش داشت (اینگلیش و راجا^{۱۴}، ۱۹۹۶). پاندا و همکاران^{۱۵} (۲۰۰۰) طی آزمایشی با اعمال کم‌آبیاری در طی دوره رشد ذرت به این نتیجه رسیدند که کمبود شدید آب باعث کاهش ماده خشک گیاه می‌شود. نباتی و رضوانی مقدم (۱۳۸۵) با بررسی تأثیر تنش خشکی روی کیفیت ارزن، سورگوم و ذرت علوفه‌ای نتیجه گرفتند که با کاهش مقدار آب مورد نیاز گیاه، میزان پروتئین به طور معنی‌دار افزایش یافت. چاکر (۲۰۰۴) با ارزیابی اثر تنش آبی در ذرت گزارش کرد که کمبود کوتاه مدت آب در طی مرحله رشد سریع رویشی، عملکرد ماده خشک را ۲۸ تا ۳۲ درصد کاهش داد. جاما و

اثری بر تعداد دانه های هر بلال نخواهد داشت ولی وزن هزار دانه را کاهش می‌دهد (کوتار و همکاران^۱، ۱۹۸۷). تنش آب در زمان گل-دهی می‌تواند به خروج کلاله‌ها از غلاف بلال صدمه بزند و باعث خشکی آنها شود و تعداد دانه تشکیل شده در بلال را کاهش دهد. بیشترین تأثیر تنش بر وزن هزار دانه طی دوره پرشدن دانه دیده می‌شود. وقتی که گیاهان در معرض تنش خشکی قرار می‌گیرند، برای اینکه از اثرات تنش خشکی فرار کنند اقدام به کوتاه کردن چرخه زندگی خود می‌کنند. بنابراین به دلیل کوتاه‌تر شدن طول دوره پرشدن دانه، وزن نهایی دانه‌ها کمتر می‌شود (فردریک و همکاران^۲، ۲۰۰۱). پژوهشگران زیادی گزارش کرده‌اند که خشکی باعث کاهش وزن دانه می‌شود (کوتار و همکاران، ۱۹۸۷، هدرلی و همکاران^۳، ۱۹۹۰).

کاهش وزن دانه در اثر کمبود آب بعد از مرحله گرده افشانی عمدتاً به دلیل کاهش دوره پرشدن دانه می‌باشد (وستیج و همکاران^۴، ۱۹۹۴). ارل و دیویس^۵ (۲۰۰۳) اثر منفی تنش خشکی بر عملکرد ذرت دانه ای را به دلیل کاهش سطح برگ و کاهش شاخص برداشت گزارش کرده‌اند. منصوری فر و همکاران^۶ (۲۰۱۰) با ارزیابی اثر تنش آبی در مراحل رشد رویشی و گرده‌افشانی دو هیبرید ذرت نتیجه گرفتند بیشترین کاهش عملکرد به علت اعمال تنش آبی در مرحله گرده‌افشانی بود. فار و فاسی^۷ (۲۰۰۹) با بررسی کم‌آبیاری روی ذرت در مراحل مختلف رشد نتیجه گرفتند که مرحله گل‌دهی حساس‌ترین مرحله نسبت به کم‌آبیاری است و وزن خشک ماده تولید شده، عملکرد و شاخص برداشت کاهش می‌یابد اما کم‌آبیاری در مرحله پرشدن دانه، تأثیر معنی‌دار بر رشد گیاه و وزن خشک ماده تولید شده نداشت. بلانکو و همکاران^۸ (۲۰۰۸) اثر آبیاری با آب شور با شوری بین ۰/۳ تا ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر را بر رشد و تولید ذرت بررسی و مشاهده کردند که وزن خشک تولید شده با افزایش شوری آب کاهش می‌یابد. نتایج تحقیق چاکر^۹ (۲۰۰۴) در خصوص اعمال تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد ذرت نشان داد حساس‌ترین مرحله رشد ذرت که موجب کاهش ۶۶ تا ۹۳ درصدی عملکرد شد، اعمال تنش رطوبتی طولانی مدت در مرحله کاکل‌دهی تا مرحله تشکیل بلال است. نتایج تحقیق غدیری و مجیدی^{۱۰} (۲۰۰۳) در خصوص اعمال تنش رطوبتی در مرحله خمیری

- 1- Ouottar *et al*
- 2- Frederick *et al*
- 3- Heatherly *et al*
- 4 -Westgate *et al*
- 5- Earl and Davis
- 6-Mansouri Far *et al*
- 7-Farre and Faci
- 8 -Blanco *et al*
- 9- Cakir *et al*
- 10- Ghadiri and Majidi

- 11- Plaut *et al*
- 12- Panda *et al*
- 13- Stockle and James
- 14- English and Raja
- 15- Pandey *et al*

سانتی متر و عمق ۲۷ سانتی متر تهیه و سپس با خاک زراعی مزرعه‌ی تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان شاهرود پس از عبور دادن از سرنده بنایی به طور یکسان پر شدند. برای سنجش وضعیت رطوبت خاک و محاسبه زمان آبیاری از دستگاه تانسومتر که در عمق ۱۵ سانتی متری خاک پس از واسنجی کار گذاشته شده بود استفاده گردید. برای اینکه در تیمار تخلیه ۱۰۰ درصد رطوبت (I₃) برآورد دقیقی از رطوبت خاک وجود داشته باشد، علاوه بر تانسومتر، یک عدد بلوک گچی در عمق ۱۵ سانتی متری خاک کار گذاشته شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کشت برای تمام تیمارها به یک اندازه اعمال گردید. بیگلوئی و همکاران (۱۳۹۲) نیز برای سنجش وضعیت رطوبتی خاک از دستگاه‌های تانسومتر و بلوک‌های گچی در سطوح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک در ذرت علوفه‌ای رقم (سینگل کراس ۷۰۴) استفاده کردند. میزان شوری آب آبیاری براساس تیمارهای شوری مورد نظر مقدار نمک خوراکی به آب شهری اضافه و پس از اختلاط کامل آنها با استفاده از دستگاه هدایت الکتریکی شوری آنها تعیین شد. برای به دست آوردن نقاط پتانسیلی ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم از دستگاه صفحه فشاری استفاده گردید. بر این اساس میزان رطوبت حجمی خاک در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم به ترتیب ۲۳ و ۱۳ درصد به دست آمدند. مقدار آب آبیاری که در هر نوبت آبیاری به گلدان ها داده می‌شد با استفاده از روابط (۱) و (۲) تعیین و با بکار گیری یک ظرف مدرج اندازه گیری شد (علیزاده، ۱۳۸۴).

$$I_n = \frac{(F_c - PWP) \cdot Dr \cdot \rho_b \cdot F}{100} \quad (1)$$

$$V = A \cdot I_n \quad (2)$$

در این روابط I_n: مقدار آب مورد نیاز در هر نوبت آبیاری (میلی متر)، F_c: درصد وزنی رطوبت خاک در نقطه ظرفیت زراعی، PWP: درصد وزنی رطوبت خاک در نقطه پژمردگی دائم، ρ_b: جرم مخصوص ظاهری خاک برابر ۱/۳ (گرم بر سانتی متر مکعب)، Dr عمق مؤثر ریشه که برابر با عمق گلدان (۲۷۰ میلی متر) در نظر گرفته شده (میلی متر)، F: ضریب تخلیه رطوبت خاک (درصد)، A: سطح مقطع گلدان (سانتی متر مربع) هستند. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول (۱) و مقدار آب مورد نیاز تیمارهای مختلف آبیاری در جدول (۲) ارائه شده است.

عثمان^۱ (۱۹۹۳) اثر تنش رطوبتی را در مرحله اولیه رشد ذرت بررسی نمودند و دریافتند که تأخیر در آبیاری در این مرحله وزن خشک گیاه را کاهش می‌دهد. یازار و همکاران^۲ (۱۹۹۹) اثر شش سطح آبیاری را در ذرت مورد مطالعه قرار دادند و بیان داشتند تیماری که ۸۰ درصد از آب مصرفی را دریافت کرده بود، دارای بیشترین عملکرد ماده خشک بود. امداد و فرداد (۱۳۷۹) با ارزیابی تنش‌های شوری و رطوبتی و اثر متقابل این دو بر فرآیند رشد و میزان محصول ذرت گزارش کردند تنش شوری و آبی هر دو موجب کاهش سطح برگ، وزن خشک و ارتفاع گیاه می‌شوند. که در این فرآیند اثر تیمارهای شوری ۴، ۶ و ۸ دسی زیمنس بر متر بر روند کاهش محصول بیشتر از رژیم‌های رطوبتی در این آزمایش‌ها بوده است.

یکی از روشهای مقابله با مشکل شوری، کشت ارقام متحمل به شوری می باشد. با توجه به شوری بخش زیادی از اراضی استان سمنان، کمبود منابع آب شیرین و اهمیت ذرت به عنوان یک محصول استراتژیک از یک سو و واکنش متفاوت ارقام مختلف این گیاه نسبت به شوری از سوی دیگر، این تحقیق با هدف بررسی اثر توأمان تنش خشکی و شوری بر عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه ای در شرایط آب و هوایی شهرستان شاهرود بود که می‌تواند در استفاده‌ی بهینه از منابع آب شور و لب شور در مواقع محدودیت آب در تولید ذرت مؤثر باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان سال ۱۳۹۲ در گلخانه تحقیقاتی مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی شهرستان شاهرود اجرا شد. محل اجرای آزمایش در ۲۵ درجه و ۳۶ دقیقه عرض شمالی و ۵۸ درجه و ۵۴ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۸۰ متر است.

در قالب طرح اسپلیت پلات بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اصلی سه سطح آبیاری که شامل I₁: ۵۰ درصد آبیاری کامل (شاهد)، I₂: ۷۵ و I₃: ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک و فاکتور فرعی سه سطح شوری که شامل S₁: تیمار شوری ۲ دسی زیمنس بر متر (شاهد)، S₂: تیمار شوری ۴ دسی زیمنس بر متر و S₃: تیمار شوری ۶ دسی زیمنس بر متر بود. برای آماده کردن بستر کشت ابتدا گلدان هایی به قطر ۲۵

1- Jama and Ottman

2- Yazar et al

بابایی و همکاران: تاثیر توأم تنش آبی و شوری بر عملکرد کمی و...

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

بافت خاک	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس برمتر)	قلیایت	درصد مواد آلی	درصد نیتروژن	فسفر (قسمت در میلیون)	پتاسیم (قسمت در میلیون)	ظرفیت زراعی (درصد)	نقطه پژمردگی دائم (درصد)
لوم رسی	۴۸	۲۷	۲۵	۰/۷۱	۸/۱	۰/۴	۰/۰۴	۷	۵۰۰	۲۳	۱۳

جدول ۲- مقدار عمق و حجم آب مورد نیاز در تیمارهای مختلف آبیاری

تیمار	مقدار آب مورد نیاز در هر نوبت آبیاری (میلی‌متر)	حجم آب مورد نیاز برای هر تیمار در هر نوبت آبیاری (لیتر)
۵۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک (I ₁)	۲/۲۹	۱/۱۳
۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک (I ₂)	۳/۴۴	۱/۷
۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک (I ₃)	۴/۵۹	۲/۲۵

خود روی ذرت علوفه‌ای نتیجه گرفتند که افزایش مقدار رطوبت خاک عملکرد دانه، عملکرد علوفه و کیفیت آن را افزایش می‌دهد. سیلسپور و همکاران (۱۳۸۵)، و ابوالخیر و مکی (۲۰۰۷) با اعمال تنش رطوبتی بر ذرت گزارش کردند که با اعمال تنش آبی میزان عملکرد دانه کاهش می‌یابد که با یافته‌های این تحقیق همخوانی دارد.

نتایج مقایسه میانگین تیمارهای شوری نشان داد که با افزایش میزان تنش شوری میزان عملکرد به طور قابل توجهی کاهش یافت به طوری که تیمار شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر با متوسط ۴۱/۴۲ گرم دانه در هر بوته بیشترین دانه در هر بوته را در بین تیمارهای آزمایشی به خود اختصاص داد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تیمارهای تنش آبی و شوری بر عملکرد دانه تفاوت معنی‌دار داشتند و بیشترین عملکرد در تیمار اثر متقابل I₁ در S₁ با ۴۹/۳۰ گرم در بوته (با تیمار I₂ در S₁ با ۳۹/۵ گرم در بوته تفاوت معنی‌دار نداشت) و کمترین آن در I₃ در S₂ با ۱۵ گرم در بوته بود و در تیمارهای اثر متقابل I₁ در S₃، I₂ در S₃ و I₃ در S₃ احتمالاً به دلیل حداکثر تنش شوری، گیاه به مرحله زایشی نرسید و مقدار عملکرد دانه صفر بود (جدول ۶).

لازم به ذکر است در تیمار حداکثر تنش شوری (S₃) احتمالاً به دلیل شوری زیاد گیاه به مرحله زایشی نرسید. نتایج تحقیق بلانکو و همکاران (۲۰۰۸) و سیسک و هوسنو^۱ (۲۰۰۲) نیز حاکی از کاهش عملکرد دانه با افزایش تنش شوری بود. دهقان و نادری (۱۳۸۶) اعلام کردند که شوری آب آبیاری اثر معنی‌دار بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای دارد.

تعداد دانه در ردیف بلال

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر تیمارهای مختلف آبیاری و شوری و اثر متقابل این دو بر تعداد دانه در ردیف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری نشان داد تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک به ترتیب با ۱۰/۳۷ و ۶/۴ بیشترین و کمترین تعداد دانه در ردیف بلال را دارا بودند. همچنین با افزایش میزان تنش خشکی از ۵۰ به ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک تعداد دانه در ردیف بلال به میزان ۱۱/۱۸ درصد و با افزایش تنش از ۷۵ به ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک تعداد دانه در ردیف بلال به میزان ۳۱/۵۱ درصد کاهش یافت (جدول ۴).

به نظر می‌رسد تأمین آب کافی در تیمار آبیاری کامل توانسته حداکثر گرده افشانی دانه‌ها و بالاترین تعداد ردیف دانه در بلال را تولید نماید. زیرا که وجود آب و ارسال آسمیلات کافی به سمت

برای کشت از ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۲۶۰ استفاده گردید. بعد از تعیین قوه نامیه بذر (۹۶ درصد) و ضد عفونی آنها با قارچ کش تیرام دو در هزار، در تاریخ ۱۵ تیر ماه ۱۳۹۲ مبادرت به کشت آنها شد. سه عدد بذر در هر کدام از تیمارها در عمق پنج سانتی‌متر کاشته شد. بعد از سبز شدن در مرحله سه تا چهار برگی بوته‌ها تنک و یک بوته در هر گلدان نگه داشته شد. برداشت نهایی در تاریخ ۳۰ مهر ماه ۱۳۹۲ به هنگام رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌های ذرت، که با تشکیل لایه سیاه در قاعده هر دانه مشخص شد، صورت گرفت.

برای تعیین وزن خشک برگ، ساقه، بلال، ریشه و گل آذین، بوته‌های برداشت شده تفکیک و به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشکانده شدند. نمونه‌های خشک شده با استفاده از دستگاه خرد کننده علوفه، در آزمایشگاه خرد و میزان پروتئین با استفاده از روش کج‌دال اندازه‌گیری شد. شاخص کارایی مصرف آب طبق رابطه (۳) تعیین شد (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵).

$$WUE = Y/I \quad (3)$$

که در آن WUE: کارایی مصرف آب بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب، Y: میزان محصول بر حسب کیلوگرم و I: کل آب آبیاری در طول فصل رشد بر حسب متر مکعب می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر تیمار آبیاری و شوری و اثر متقابل این دو در سطح یک درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش تنش آبی مقدار عملکرد کاهش یافت، به طوری که تیمارهای ۵۰ (I₁) و ۱۰۰ (I₃) درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک به ترتیب با متوسط ۲۵/۳۱ و ۱۶/۲۸ گرم دانه در هر بوته بیشترین و کمترین عملکرد را دارا بودند (جدول ۴). نتایج بدست آمده با یافته‌های ترائوره و همکاران^۱ (۲۰۰۰)، بریانت و همکاران^۲ (۱۹۹۲) و کریمی و همکاران^۳ (۲۰۰۹) مبنی بر اینکه عملکرد ماده خشک ذرت در اثر کمبود آب به طور معنی‌دار کاهش می‌یابد، مطابقت دارد. لاتر و همکاران^۴ (۲۰۰۱) نیز در آزمایش

1- Traore *et al*

2- Bryant *et al*

3- Karimi *et al*

4- Lauer *et al*

5- Abo-El-Kheir and Mekki

6- Cicek and Husnu

بابایی و همکاران: تاثیر توأم تنش آبی و شوری بر عملکرد کمی و...

اندام‌های زایشی (بلال) می‌تواند در گرده افشانی مطلوب گل‌ها و جلوگیری از عدم تلقیح آنها نقش بسزایی داشته باشد. در تحقیق علیزاده و همکاران (۱۳۸۶) بیشترین تعداد دانه در ردیف بلال مربوط به آبیاری مطلوب بود، پس از آن تیمارهای تنش خشکی در مرحله دانه بندی قرار دارند.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۲۶۰ تحت تاثیر سطوح مختلف تنش آبی و شوری

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه در هر ردیف	پروتئین دانه	پروتئین ریشه	پروتئین برگ	پروتئین ساقه	بهره وری	وزن کل	عملکرد
تکرار	۲	۰/۸۱ns	۰/۰۱۵ns	۰/۰۵۰ns	۰/۱۲ns	۰/۲۹ns	۰/۰۰۰۴ns	۱/۸۵ns	۲/۵۴ns
آبیاری	۲	۳۶/۵۳**	۸/۸۸**	۲۷/۷۷**	۰/۴۱*	۰/۱۵**	۰/۴۸**	۱۳۴۶/۳۹**	۲۱۲/۷۶**
خطای عامل اصلی	۴	۰/۱۱	۳/۰۳	۰/۱۴	۰/۰۱۵	۰/۱۴	۰/۰۱۲	۶/۶۹	۰/۰۳۵
شوری	۲	۵۸۴/۸۱**	۴۴/۷۸**	۸/۸۶**	۷۶/۳**	۷/۲۷**	۷/۸۶**	۱۱۶۵۷/۴۷**	۳۸۶۰/۹۸**
شوری* آبیاری	۴	۱۰/۲۳**	۲/۷۷**	۲/۲۲**	۰/۰۴۱ns	۱/۵۱*	۰/۳۴**	۶۷۱/۳۴**	۶۰/۱۸**
خطای عامل فرعی	۱۲	۰/۲۴	۰/۶۹	۰/۰۸۱	۰/۰۶۳	۰/۳۹	۰/۰۰۹	۶/۴	۵/۱۰
CV%	-	۵،۷	۱۰،۳۵	۶،۴۹	۶،۲۲	۱۶،۶۶	۵،۳۴	۵،۳۸	۲۰،۷۶

* و **؛ به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۴- مقایسه میانگین های صفات مورد ارزیابی ذرت دانه ای رقم سینگل کراس ۲۶۰ تحت تاثیر سطوح مختلف تنش آبی بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد

سطوح آبیاری	تعداد دانه در هر ردیف	عملکرد (گرم بر بوته)	وزن کل (گرم)	بهره وری (کیلوگرم بر متر مکعب)	پروتئین ساقه (درصد)	پروتئین برگ (درصد)	پروتئین ریشه (درصد)	پروتئین دانه (درصد)
I ₁	۱۰/۳۷a	۲۵/۳۱a	۶۰/۵۹a	۱/۹۱a	۴/۳۲a	۴/۲۴a	۵/۹۶a	۳/۵a
I ₂	۹/۲۱b	۲۱/۴۴b	۴۳/۸۹b	۱/۸۴a	۴/۰۵a	۴/۱۱a	۴/۷۱b	۲/۶b
I ₃	۶/۴c	۱۶/۲۸c	۳۶/۷۶c	۱/۴۸b	۲/۹b	۳/۸۳b	۲/۴c	۱/۵c

اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد فاقد اختلاف معنی دارند.

اندراده^۴، ۲۰۰۰، ادمیز و همکاران^۵، ۲۰۰۰). شاسلر و وستیج (۱۹۹۱) بیان داشتند که تنش آبی در زمان گلدهی می‌تواند تعداد دانه تشکیل شده در بلال را کاهش دهد. پژوهشگران زیادی نتایج فوق را تایید نموده اند (نزمیت و ریچی^۶، ۱۹۹۲، سنکلیور و همکاران^۷، ۱۹۹۰).

کار آبی مصرف آب

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای آبیاری و شوری و اثر متقابل آنها بر کار آبی مصرف آب توسط گیاه نسبت به شرایط بدون تنش در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارهای شوری نشان داد که با افزایش میزان تنش شوری میزان کار آبی مصرف آب به طور معنی‌دار کاهش یافت به طوری که تیمار آبیاری کامل (I₁) با ۱/۰۶ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین و تیمار ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت (I₃) با ۰/۵۹ کیلوگرم بر مترمکعب، کمترین کار آبی مصرف آب را داشتند و تیمار ۷۵ درصد (I₂) با ۰/۸۱ کیلوگرم بر مترمکعب بین تیمارهای آبیاری کامل و تیمار ۷۵ درصد قرار گرفت (جدول ۴). به نظر می‌رسد تنش خشکی در مرحله ظهور گل نر از طریق اختلال در کرده افشانی و تشدید پدیده عقیمی و افزایش درصد سقط جنین باعث کاهش عملکرد دانه و به دنبال آن کاهش کارآبی مصرف آب شده است.

نتایج مقایسه میانگین کار آبی مصرف آب تحت تأثیر سطوح مختلف تنش شوری نشان داد که با افزایش تنش شوری کارآبی مصرف آب به طور معنی‌دار کاهش یافت به طوری که تیمار شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر با متوسط ۱/۴ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین و تیمار شوری ۴ دسی‌زیمنس بر متر با متوسط ۱/۰۶ کیلوگرم بر مترمکعب کمترین کار آبی مصرف آب را در بین تیمارهای شوری را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). لازم به ذکر است در تیمار حداکثر تنش شوری (S₃) احتمالاً به دلیل شوری زیاد گیاه به مرحله زایشی نرسید و مقدار کارآبی مصرف آب صفر بود. نتایج مقایسه میانگین های اثر متقابل تیمارهای تنش آبی و شوری بر کار آبی مصرف آب آبیاری تفاوت معنی‌دار داشتند و بیشترین کارآبی مصرف آب آبیاری در تیمار اثر متقابل I₁ در S₁ با ۱/۵۹ کیلوگرم در مترمکعب و کمترین آن در I₃ در S₂ با ۰/۵ کیلوگرم بر مترمکعب بود و در تیمارهای اثر متقابل I₁ در S₃ و I₃ در S₃ احتمالاً به دلیل تنش شوری زیاد، گیاه به مرحله زایشی نرسید و مقدار کار آبی مصرف آب صفر بود (جدول ۶).

نتایج تحقیقات پندی و همکاران (۲۰۰۰)، ابوالخیر و مکی (۲۰۰۷)، سیلسیور و همکاران (۱۳۸۵) و قوشچی و همکاران^۱ (۲۰۰۸) علت اصلی کاهش تعداد دانه در ردیف را (کاهش در طول و ضخامت بلال) در اثر بروز تنش خشکی دانسته اند.

نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان داد که با افزایش میزان تنش شوری تعداد دانه در ردیف بلال به طور قابل توجهی کاهش یافت به طوری که تیمار شوری ۲ دسی‌زیمنس بر متر با ۱۵/۹۳ دانه در هر ردیف بیشترین تعداد دانه در هر ردیف را در بین تیمارهای شوری به خود اختصاص داد (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین های اثر متقابل تیمارهای تنش آبی و شوری بر تعداد دانه در هر ردیف بلال تفاوت معنی‌دار داشتند و بیشترین عملکرد در تیمار اثر متقابل I₁ در S₁ با ۱۹/۱۷ و کمترین آن در I₃ در S₂ با ۷/۱۸ بود و در تیمارهای اثر متقابل I₁ در S₃ و I₂ در S₃ و I₃ در S₃ احتمالاً به دلیل تنش شوری زیاد، گیاه به مرحله زایشی نرسید و مقدار عملکرد دانه صفر بود (جدول ۶). علت کاهش تعداد دانه در هر ردیف بر اثر تنش شوری را می‌توان افزایش پتانسیل اسمزی در منطقه ریشه و کاهش جذب آب توسط ریشه گیاه نسبت داد که در چنین شرایطی به علت از بین رفتن دانه‌های گرده و تأخیر در ظهور کاکل‌ها و همچنین گرم شدن هوا، تلقیح به طور کامل در ذرت انجام نمی‌گیرد. علاوه بر این مرحله گل‌دهی نسبت به مرحله

رشد رویشی به تنش آبی ۱۰۰ (I₃) درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک و شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر حساس تر است و اثر تنش شوری شوری شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر بر کاهش تعداد دانه در بلال بیشتر از اثر تنش آبی ۱۰۰ (I₃) درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک بود. بلانکو و همکاران (۲۰۰۸) و سیسک و هوسنو (۲۰۰۲) در این رابطه اعلام کردند که اثر تنش شوری بر تعداد دانه در بلال معنی‌دار است. عملکرد نهایی دانه در واقع حاصل ضرب تعداد دانه در وزن دانه می‌باشد. به نظر می‌رسد تعداد دانه جزء مهم تر و قابل تغییرتری نسبت به وزن دانه باشد. عزیزاده و همکاران (۱۳۸۶) و پونلیت و همکاران^۲ (۱۹۸۰) بیان کردند که وزن دانه در تنظیم عملکرد جزء فعال است اما نسبت به جزء دیگر عملکرد منظور تعداد دانه در بلال از حساسیت کمتری برخوردار است. تعداد دانه در بلال حساس ترین جزء عملکرد نسبت به کمبود آب است (شاسلر و وستیج^۳، ۱۹۹۱). از دلایل کاهش عملکرد دانه با افزایش تنش آبی و شوری، کاهش تعداد دانه در بلال و همچنین کاهش وزن صد دانه در بلال است. در ذرت در مرحله قبل از گرده افشانی، تنش رطوبتی مانع طویل شدن کلاله و نمو گلچه ها می شود که این نیز به نوبه خود سبب کاهش تعداد دانه خواهد شد (اوتگویی و

4- Otegui and Andrade
5- Edmeads *et al*
6- Nesmith and Ritchie
7- Sinclair *et al*

1- Ghooshchi *et al*
2- Poneleit *et al*
3- Schussler and Westgate

بابایی و همکاران: تاثیر توأم تنش آبی و شوری بر عملکرد کمی و...

جدول ۵- مقایسه میانگین های صفات مورد ارزیابی ذرت دانه ای رقم سیگل کراس ۲۶۰ تحت تأثیر سطوح مختلف تنش شوری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد

سطوح آبیاری	تعداد دانه در هر ردیف	عملکرد (گرم بر بوته)	وزن کل (گرم)	بهره وری (کیلوگرم بر متر مکعب)	پروتئین ساقه (درصد)	پروتئین برگ (درصد)	پروتئین ریشه (درصد)	سطوح آبیاری
S ₁	۱۵/۹۳a	۴۱/۴۲a	۸۴/۸۹a	۲/۴۶a	۴/۵۵a	۴/۶۶a	۵/۲۸a	۴/۱۶a
S ₂	۱۰/۱۱b	۲۱/۵۴b	۴۳/۱۱b	۲/۰۹b	۳/۹۵a	۴/۱۵b	۴/۵۶b	۳/۴۶b
S ₃	۰c	۰c	۱۳/۲۴c	۰/۶۹c	۲/۷۸b	۳/۳۷c	۳/۳۲c	۰c

اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد فاقد اختلاف معنی دارند

معنی دار کاهش یافت. به طوری که در تیمار شوری ۲ دسی زیمنس بر متر میزان درصد پروتئین دانه، ریشه، برگ و ساقه به ترتیب با ۴/۱۶، ۵/۲۸، ۴/۶۶ و ۴/۵۵، بیشترین و در تیمار تنش شوری ۶ دسی زیمنس بر متر میزان آنها به ترتیب با صفر، ۳/۳۲، ۳/۳۷ و ۲/۷۸ درصد کمترین بود (جدول ۵). لازم به ذکر است در تیمار حداکثر تنش شوری (S₃) احتمالاً به دلیل شوری زیاد گیاه به مرحله زایشی نرسید.

نتایج مقایسه میانگین های اثر متقابل تیمارهای تنش آبی و شوری بر پروتئین اجزاء به غیر از ساقه تفاوت معنی دار داشتند به طوری که در تیمار اثر متقابل I₁ در S₁ میزان درصد پروتئین برگ، ساقه، ریشه و دانه به ترتیب با ۴/۷۳، ۵/۳۴، ۷/۷۸ و ۵/۲۷ بیشترین و در تیمار اثر متقابل I₃ در S₃ میزان درصد پروتئین برگ، ساقه و ریشه به ترتیب با ۳/۲، ۲/۲، ۱/۱۱ کمترین بود. لازم به ذکر است در تیمارهای اثر متقابل I₁ در S₃، I₂ در S₃ و I₃ در S₃ احتمالاً به دلیل حداکثر تنش شوری، گیاه به مرحله زایشی نرسید و مقدار پروتئین دانه صفر بود (جدول ۶).

وزن خشک کل

نتایج جدول تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر تنش آبی و شوری و اثر متقابل این دو بر وزن خشک کل در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری نشان داد که با افزایش میزان تنش خشکی از ۵۰ به ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک میزان وزن کل ۲۷/۵ درصد کاهش و با افزایش میزان تنش خشکی از ۷۵ به ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت میزان وزن کل ۱۶/۳ درصد کاهش یافت به طوری که تیمار آبیاری کامل (I₁) با ۶۰/۵۹ گرم بیشترین و تیمار ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک (I₃) با ۳۶/۷۶ گرم، کمترین میزان ماده خشک را داشتند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای شوری نشان داد که با افزایش میزان تنش شوری وزن خشک کل به طور معنی دار کاهش یافت به طوری که تیمار S₁ و S₂

بنابراین در آزمایش حاضر تنش شوری بیشتر موجب کاهش کار آبی مصرف آب آبیاری شد. نتایج این تحقیق با یافته های (شارما و همکاران^۱، ۱۹۹۰؛ اوکنم و همکاران^۲، ۲۰۰۳؛ کنگ و همکاران^۳، ۲۰۰۰؛ ال کاسی و زینگو^۴، ۲۰۰۳) که بیان داشتند کار آبی مصرف آب با اعمال تنش خشکی به طور معنی دار کاهش می یابد مطابقت داشت.

پروتئین

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر آبیاری بر پروتئین ساقه، ریشه و دانه در سطح یک درصد و بر پروتئین برگ در سطح پنج درصد معنی دار بود. همچنین اثر شوری بر پروتئین ساقه، برگ، ریشه و دانه در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین های تیمار آبیاری نشان داد که با افزایش تنش خشکی میزان پروتئین ریشه و دانه به طور معنی دار کاهش یافت و با افزایش تنش خشکی از ۵۰ (I₁) به ۷۵ (I₂) درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک میزان پروتئین ساقه و برگ تفاوت معنی دار نداشت ولی پس از آن به طور معنی دار کاهش یافت به طوری که تیمار ۵۰ درصد تخلیه رطوبت خاک (I₁) با ۳/۵ درصد پروتئین دانه، ۵/۹۶ درصد پروتئین ریشه، ۴/۲۴ درصد پروتئین برگ و ۴/۳۳ درصد پروتئین ساقه بیشترین و تیمار ۱۰۰ درصد تخلیه رطوبت (I₃) به ترتیب با ۱/۵، ۲/۴، ۳/۸۳ و ۲/۹ کمترین درصد پروتئین را داشتند (جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان داد که با افزایش میزان تنش شوری از ۲ به ۴ دسی زیمنس بر متر میزان پروتئین برگ، ساقه، ریشه و دانه به ترتیب به میزان ۱۱، ۱۳/۲، ۱۳ و ۱۶/۸ درصد کاهش و با افزایش شوری آب آبیاری از ۴ به ۶ دسی زیمنس بر متر پروتئین برگ، ساقه، ریشه و دانه به ترتیب ۱۸/۷، ۵۶ و ۲۷/۲ درصد به طور

1- Sharma et al

2- Oktem et al

3- Kang et al

4- AL Kaisi and Xinhua

به ترتیب با ۸۴/۸۹ و ۱۳/۲۴ گرم بیشترین و کمترین وزن خشک کل را داشتند (جدول ۵).
جدول ۶- مقایسه میانگین های اثر متقابل تنش خشکی و تنش شوری بر صفات مورد ارزیابی ذرت دانه ای رقم سینگل کراس ۲۶۰ بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

سطوح آبیاری	سطوح شوری	تعداد دانه در هر ردیف	عملکرد (گرم بر بوته)	وزن کل (گرم)	بهره وری (کیلوگرم بر متر مکعب)	پروتئین ساقه (درصد)	پروتئین برگ (درصد)	پروتئین ریشه (درصد)	پروتئین دانه (درصد)
	S ₁	۱۹/۱۷a	۴۹/۳a	۱۱۷/۲۶a	۲/۳۹b	۵/۳۴a	۴/۷۳a	۷/۷۸a	۵/۲۷a
I ₁	S ₂	۱۱/۹۵b	۲۶/۶۴c	۵۰/۰۲a	۲/۵۲a	۴/۵۸a	۴/۳۹a	۵/۶۳a	۵/۲۴a
	S ₃	۰c	۰e	۱۴/۴۹d	۰/۸۳e	۲/۲۴a	۳/۶۲b	۴/۴۷b	۰e
	S ₁	۱۶/۴۷a	۳۹/۵a	۷۵/۷۶a	۲/۹۳a	۵/۰۹a	۴/۷۹a	۵/۱۱b	۴/۴۱b
I ₂	S ₂	۱۱/۱۷b	۲۴/۸۲d	۴۴/۴۰b	۲/۰۶d	۳/۹۹a	۴/۲۳a	۴/۶۴b	۳/۷c
	S ₃	۰c	۰f	۱۱/۵۲e	۰/۵۳f	۳/۹۱a	۳/۳۱b	۴/۳۸b	۰e
	S ₁	۱۲/۱۶a	۳۳/۸۳b	۶۱/۶۶a	۲/۰۶c	۳/۲۲a	۴/۴۷a	۲/۹۵d	۳/۱۱c
I ₃	S ₂	۷/۱۸c	۱۵e	۳۴/۸۹c	۱/۶۸e	۳/۲۹a	۳/۸۲b	۳/۴۱c	۱/۴۵d
	S ₃	۰c	۰f	۱۳/۷۳e	۰/۷	۲/۲a	۳/۲b	۱/۱۱e	۰d

اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد فاقد اختلاف معنی دارند

نتوانست به مرحله رشد زایشی برسد. بنابر این در شرایط محدودیت منابع آب از نظر کمی و کیفی تیمار تنش آبی ۷۵ درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک (I₂) و تیمار تنش شوری ۲ دسی زمینس بر متر از نظر عملکرد دانه، کارایی مصرف آب توسط گیاه برای تولید ذرت دانه ای رقم سینگل کراس ۲۶۰ می تواند گزینه مناسبی باشد. نتایج تحقیقات چاپمن و بارتو^۱ (۱۹۹۷)، هنکس^۲ (۱۹۷۴) و اک^۳ (۱۹۸۶) نتایج تحقیق حاضر را تأیید می کنند.

نتایج مقایسه میانگین های اثر متقابل تیمارهای تنش آبی و شوری بر وزن خشک کل تفاوت معنی دار داشتند به طوری که در تیمار اثر متقابل I₁ در S₁ میزان وزن خشک کل با ۱۱۷/۲۶ گرم بیشترین و در تیمار اثر متقابل I₂ در S₃ با ۱۱/۵ گرم کمترین بود (جدول ۶).

نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که تأثیر توأم تنش آبی و شوری موجب کاهش عملکرد دانه، کارایی مصرف آب توسط گیاه، وزن خشک کل و درصد پروتئین دانه، ریشه، برگ و ساقه در ذرت دانه ای رقم سینگل کراس ۲۶۰ شد، به طوری که با افزایش تنش آبی و شوری به ویژه تنش شوری تا حد ۶ دسی زمینس بر متر رقم ذرت

1- Chapman and Barreto

2- Hanks

3- Eek

بابایی و همکاران: تاثیر توأم تنش آبی و شوری بر عملکرد کمی و ...

منابع

- ۱- امداد، م. ر. و ج. فرداد. ۱۳۷۹، اثر تنش شوری (NaCl) و رطوبتی بر عملکرد ذرت، مجله علوم کشاورزی ایران، (۳): ۶۴۱-۶۵۴.
- ۲- بیگلویی، م. ح.، ع. کافی قاسمی، دشتی، م. ج. و م. اصفهانی، ۱۳۹۲، اثر رژیم های آبیاری بر عملکرد و کیفیت علوفه ذرت (سینگل کراس ۷۰۴) در منطقه رشت، مجله علوم زراعی ایران، جلد ۱۵، (۳): ۲۰۶-۱۹۶.
- ۳- جعفری، ح. و ف. حامدی. ۱۳۸۷، مدیریت آبیاری در سطح مزارع ذرت با حذف آبیاری در مراحل مختلف رشد و بررسی تابع تولید آن دومین همایش ملی مدیریت شبکه های آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز.
- ۴- حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۸۳، جذب آب و تعرق، انتشارات کمیته ملی خشکی و خشکسالی کشاورزی، صفحه ۱۹۴.
- ۵- خدابنده، ن. ۱۳۸۴، غلات، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ هشتم، صفحه ۵۳۷.
- ۶- دهقان، ا. و ا. نادری، ۱۳۸۶، ارزیابی تحمل به شوری در سه رقم ذرت دانه ای، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۱(۴۱): ۲۷۵-۲۸۳.
- ۷- راشد محصل، م. ح.، عبدی، م. و ع. ملا فیلابی، ۱۳۷۶، زراعت غلات، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، صفحه ۱۱۹-۱۲۱.
- ۸- سپاسخواه، ع. ر.، توکلی، ع. ر. و س. ف. موسوی، ۱۳۸۵، اصول و کاربرد کم آبیاری، انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، چاپ اول، صفحه ۲۸۸.
- ۹- سیلسپور، م. جعفری، پ. و ح. ملاحسینی، ۱۳۸۵، مطالعه اثرات تراکم بوته و تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و برخی خصوصیات زراعی ذرت (KSC-301)، پژوهش در علوم کشاورزی، جلد ۲، شماره ۱۳، صفحه های ۲ تا ۲۴.
- ۱۰- علیزاده، ا. ۱۳۸۴، رابطه آب، خاک و گیاه، دانشگاه امام رضا، صفحه ۴۷۰.
- ۱۱- علیزاده، ا.، مجیدی، ا.، نادیان، ح.، ا. نور محمدی، ق. و م. ر.، عامریان، ۱۳۸۶، اثر تنش خشکی و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه ای، مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی، (۱۳)۲: ۲-۲۴.
- ۱۲- نباتی، ج. و ب. رضوانی مقدم، ۱۳۸۵، بررسی اثر فواصل مختلف آبیاری بر صفات کمی و کیفی ارزن، سورگوم و ذرت علوفه ای، مجله علوم زراعی ایران، (۳۷)۱: ۲۹-۲۱.
- ۱۳- همائی، م. ۱۳۸۱، واکنش گیاهان به شوری، کمیته ملی آبیاری و زهکشی، صفحه ۹۷.
- 14- Abo-El-Kheir, M.S. and B. Mekki. 2007. Response of maize cross-10 to water deficits during silking and grain filling stages. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3(3):269-272.
- 15- AL Kaisi, M. and Y. Xinhua. 2003. Effect of nitrogen rate, irrigation rate and plant population on corn yield and water use efficiency. *Agronomy Journal*, 95: 1475- 1482.
- 16- Asay, K.H., Jensen, K.B. Waldron, B.L. Han, G, and T.A. Monaco. 2002. Forage quality of tall fescue, *Agronomy Journal*. 94 (6): 1337-1343.
- 17- Blanco, F., Folegatti, F., Gheyi, M.V. and P.D. Fernandes. 2008. Growth and yield of corn irrigated with saline water. *Agriculture Science Journal*, 65(6):574-580.
- 18- Bryant, J.D. Mc Cord, J.D., Unlu. L.K. and J.W. Erdman. 1992. Isolation and partial characterization of alpha-carotene-containing and beta-carotene-containing Carotenoprotein from carrot (*daucus-carota L.*) root chromoplasts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40: 545-549.

- 19-Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research*, 89(1): 1-16.
- 20-Chapman, S.C. and H.J. Barreto. 1997. Using a chlorophyll meter to estimate species leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. *Agronomy Journal*, 89(4): 557-562.
- 21-Cicek, N. and C. Husnu. 2002. The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. *Journal of Plant Physiology*, 28(1-2): 66-74.
- 22-Earl, H.J. and R.F. Davis. 2003. Effect of drought stress on leaf and whole canopy radiation use efficiency and yield of maize. *Agronomy Journal*, 95: 688- 696.
- 23-Edmeads, G.O., Bolanos. A., Elings, J.M., Ribaut, J.M., Banzinger, M. and M.E. Westgate. 2000. The role and regulation of the anthesis- silking intervals in maize. *Physiology and Modeling Kernal Set in Maize CSSA*: 43- 73.
- 24-Eek, H.H. 1986. Effrct of water deficits on yield, yield components, and water use efficiency of irrigated corn. *Agronomy Journal*, 78(1): 1035-1040.
- 25-English, M.J. and S.N. Raja. 1996. Perspective on deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 32(1): 1-14.
- 26-Farre, I. and J.M. Faci. 2009. Deficit irrigation in maize for reducing agricultural water use in a Mediterranean environment. *Agricultural Water Management*, 96: 383-394.
- 27-Frederick, J.R., Camp, C.R. and P.J. Bauer. 2001. Drought-stress effect on branching and main stem seed yield and yield components of determinate soybean. *Crop Science*, 41:759-763.
- 28-Ghadiri, H. and M. Majidi. 2003. Effect of different nitrogen fertilizer levels and moisture stress during milky and dough stages on grain yield, yield components and water use efficiency of corn (*Zea mays* L) . *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 7(2): 103-113.
- 29-Ghooshchi, F., Seilsepour, M. and P. Jafari. 2008. Effects of water stress on yield and some agronomic traits of maize (KSC-301) . *American-Eurasian Journal griculture and Environmental Sciences*, 4 (3): 302-305.
- 30-Hanks, R.J. 1974. Model for predicting plant yield as influenced by water use. *Agronomy Journal*, 66: 660-665.
- 31-Heatherly, L.G., Wesley, R.A. and C.D. Elmore. 1990. Corn, sorghum and soybean response to the Irrigation in the Mississippi river alluvial plain. *Crop Science*, 30: 665- 672.
- 32-Jama, A.O. and M.J. Ottman. 1993. Timing of the first irrigation in corn and water stress conditioning, *Agronomy Journal*. 85(6): 1159-1164.
- 33-Kang, S., Shi, W. and J. Zhang. 2000. An improved water use efficiency for maize grown under regulated deficit Irrigation. *Field Crops Research*, 67(3): 207-214.
- 34-Karimi, N., Ghaderian, S.M., Raab, A., Feldman, J. and A.A. Meharg. 2009. An arsenic accumulating, hyper-tolerant brassica, *Isatis capadocica*. *New Phytol*, 184: 41-47.
- 35-Lauer, G., Coors, J.C. and P.J. Flannery. 2001. Forage yield and quality of corn cultivars developed in different areas, *Crop Science*. 41(5): 1449-1455.

بابایی و همکاران: تاثیر توأم تنش آبی و شوری بر عملکرد کمی و...

- 36-Mansouri Far, C., Modarres Sanavy, A.M. and S.F. Saberli. 2010. Maize yield response to deficit irrigation during low-sensitive growth stages and nitrogen rate under semi-arid climatic conditions. *Agricultural Water Management*, 97: 12–22.
- 37-Nesmith, D.S. and J.T. Ritchie. 1992. Short and long term responses of corn to a preanthesis soil water deficit. *Agricultural Journal*, 84: 107- 113.
- 38-Oktem, A., Simsek, M. and A.G Oktem. 2003. Deficit irrigation effects on sweet corn (*Zea mays saccharata*Sturt) with drip irrigation in a semi-arid region. *Agricultural Water Management*, 61(1): 63–74.
- 39-Otegui, M.E. and F.R. Andrade, 2000, New relationships between light interception, ear growth, and kernel set in maize. *Crop Science Society of America and American Society of Agronomy*, Page: 89-102.
- 40-Ouottar, S.R., Jones, R.J. and R.K. Crookston. 1987. Effects of water deficit during grain filling on the pattern of maize kernel growth and development. *Crop Science*, 27: 726-730.
- 41-Panda, R.K., Behera, S.K. and P.S. Kashypa. 2004. Effective management of irrigation water for maize under stressed conditions. *Agricultural and Food Engineering*, 66: 181-203.
- 42-Pandey, R.K., Maranville, J.W. and M.M. Chetima. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment, II, Shoot growth. *Agricultural Water Management*, 46(1): 15–27.
- 43-Plaut, Z. 1995. Sensitivity of crop plants to water stress at specific developmental stages, reevaluation of experimental findings. *Journal of Plant Sciences*, 43(2): 99-111.
- 44-Poneleit, C.G., Egli, D.B., Cornelius, P.L. and D.A. Reicosky. 1980. Variation and association of kernel growth characteristics in maize population. *Crop Science*, 20: 766-770.
- 45-Schussler, J.R. and M.E. Westgate. 1991. Maize kernel set at low water potential sensitivity to reduce assimilates during early kernel growth. *Crop Science*, 31: 1189-1195.
- 46-Sharma, K.D., Kumar, A. and K.N. Singh.1990. Effect of irrigation scheduling on growth, yield and evapotranspiration of wheat in sodic soils. *Agricultural Water Management*, 18(2): 267–276.
- 47-Sinclair, T., Bennetto, R.M. and R.O. Muchow. 1990. Relative sensitivity of grain yield and biomass accumulation to drought in field grown maize. *Crop Science*, 30: 690- 693.
- 48-Stockle, C.O. and L.G. James. 1989. Analysis of deficit irrigation strategies for corn using crop growth simulation. *Irrigation Science*, 10(2): 85–98.
- 49-Traore, S.B., Carlson, R.E., Pilcher, C.D. and M.E Rice. 2000. Bt and Non-Bt Maize growth and development as affected by temperature and drought stress. *Agronomy Journal*, 92:1027–1035.
- 50-Wang, W.X., Vinocur, B. and A. Altman. 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: Towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta Physiology*, 218: 1-14.
- 51-Westgate, M.E., Boote, K.J., Madison, W.I., Mcpherson, H.G. and J.S. Boyer. 1977. Regulation of grain yield by photosynthesis in maize subjected to water deficiency. *Agricultural Journal*, 69: 714-718.
- 52-Westgate, M.E. 1994. Water status development of the maize endosperm and embryo during drought. *Crop Science*, 34:76-83.

- 53-Yazar, A., Howell, T.A. Dusek, D.A. and K.S. Copeland. 1999. Evaluation of crop water stress index for LEPA Irrigated corn. *Irrigation Science*, 18(4): 171-180.

EXTENDED ABSTRACT

Combined Effects of Water Stress and Salinity Stress on Yield Quantity and Quality of Grain Maize Varieties ksc-260

M. A. Babaei^{1*}, M. H. Biglouei² and N. Pirmoradian³

1* - Corresponding Author, M.Sc., Student of Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture Science, University of Guilan, Iran. *mohammad_t101@yahoo.com*

2- Associate Professor of Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture Science, University of Guilan, Iran.

3- Associate Professor of Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture Science, University of Guilan, Iran.

Received: 20 October 2015

Accepted: 11 June 2016

Keywords: Tensiometer, Depletion percentage of available soil moisture, Water use efficiency.

Introduction:

Water shortages, particularly in arid and semi-arid areas have been threatening food security for millions of people. Considering that Iran is located in the arid and semi-arid zone, crop production is not possible without irrigation management. In areas where crops are irrigated, management and proper planning is necessary for optimal use of water.

Response to the lack of water and plant species, length and duration of stress, age and developmental stage of the plant, and cells and plant and components of under cell depends on its structure (Bray., 1997).

Salinity is one of the main stresses on the cultivation of plants. Salinity stress is an important limiting factor in agricultural systems, which causes difficulties in the process of growth and development of plants (Taiz and Zeiger., 1998). Deficit irrigation is an optimum solution to produce in water deficit (English. et al., 1990). Salinity has a significant effect on morphological, phenological, and physiological traits in most plants (Wang et al., 2003). The most obvious and clearest effect of salinity is the delay in plant growth. The objective of this research is to study combined effects of deficit stress and salinity stress on yield quantity and quality of maize (single cross 260) in the climatic conditions of Shahrood, which can be effective in the optimal use of saline and brackish water in the event of water constraints for corn production.

Methodology

This experiment was conducted in the summer of 2015 at the green house of the Agricultural Research Center of Shahrood, Iran located in longitude 25°36'E, latitude 58°54'N and at an elevation of 1380 m.

According to long-term data and measurements from Shahrood synoptic stations, the average annual air temperature, maximum temperature in the warmest month of the year, and the minimum temperature in the coldest month of the year are 33.1, 15.2 and - 1.5°C respectively. The average annual rainfall in this region is 156.1 mm.

The experiment was conducted using a split plot based on randomized complete block design with three replications. The main plots consisted of three levels of irrigation; 50 (I1) (control), 75 (I2), and

100% (I₃) of Total Available Water (TAW) depletion and the sub-plots included three levels of salinity 2 (S₁), 4 (S₂), and 6 (S₃) ds.m⁻¹.

To prepare the planting beds, pots with a diameter of 25 cm and a depth of 27 cm were filled with cultivated soil (after passing 2mm sieve) from the Shahrood Agricultural Research Center. The physical and chemical properties of the soil at the experiment site are presented in Table 1. To measure soil moisture, a tensiometer set was placed at a depth of 15 cm in each pot after calibration. To obtain a precise estimation of soil water content in treatment (I₃) fiber glass blocks in addition to the use of a tensiometer was placed at a depth of 15 cm. The first irrigation was applied equally to all treatments immediately after planting. Saline water was prepared by mixing tap water with sodium chloride and salinity was measured with electrical conductivity meter set (EC meter). Soil moisture content between field capacity (FC) and permanent wilting point (PWP) were determined with the pressure plate and the values obtained were 0.23 and 0.13 cm³, respectively.

Corn cultivar KSC 260 was cultivated for the experiment. After determination of seed viability (96%) and disinfection with a fungicide (Thiram), the seeds were planted, three seeds per treatment at 5 cm depth on July 15th, 2015. After emergence, plants were thinned to one plant per pot. Upon maturity which is indicated by a black layer formation at the base of each grain, the corn was harvested on October 30th, 2015.

Results and Discussion

The mean comparison showed that dry matter yield, number of grains per ear row, water use efficiency, total dry weight and protein of stem, root and seed decreased by decreasing of the irrigation water and also by increasing of the salinity levels of irrigation water dry weight of roots, leaves, stems, and ear were significantly decreased. The highest grain yield and water use efficiency was obtained from water stress treatment of (I₁) with 25.31 g/p and 1.06 Kg/m³ respectively, and the lowest grain yield and water use efficiency was obtained from water stress treatment of (I₃) with 16.38 grams per plant and 0.59 kg/m³ respectively. Also, the highest grain yield and water use efficiency was obtained from salinity stress treatment of (S₁) with 41.42 gr/p and 1.59 kg/m³ respectively, and in treatment of (S₃) due to the high salinity stress the plant did not reached to the reproductive stage and amount of them was zero.

Conclusions

The results showed that for corn production with high performance and water use efficiency, treatment of 75 percent of soil moisture depletion (I₂) with salinity of 2 ds/m is the best option.

Due to the groundwater reduction growing trend, leads to increased salinity, planting corn at higher salinity is not logical and operational and the only advisable option is proper irrigation scheduling which means suitable irrigation at the right quantity, quality, and time.

References

- 1- Bray, E. A. 1997. Plant responses to water deficit. *Trends in Plant Science*, 48-54.
- 2- English, M.J., Musick, J.T. and V.V.N. Murty. 1990. Deficit irrigation. *Journal of Farm Irrigation Systems*. ASAE. 222-230.
- 3- Taiz, L. and E.E. Zeiger. 1998. *Plant physiology*. Sinauer Assoc, Inc. NY, USA. 489.
- 4- Wang, W.X., Vinocur, B. and A. Altman. 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance, *Planta physiology*, 218: 1-14.