نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۶، آذر - دی ۱۴۰۱، ص. ۱۱۸۱-۱۱۷۱

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.5, Vol. 16, Dec.-Jan. 2022, p. 1171-1181

مقاله علمی-پژوهشی

پاسخ مورفولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه هیبریدهای جدید ذرت تحت تأثیر مقادیر آبیاری

علیرضا صابری[1*] و علیرضا کیانی[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۹

چکیده:

به‌منظور بررسی تأثیر مقادیر آبیاری بر عملکرد و صفات مورفولوژیکی ارقام ذرت، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده نواری با ۳ تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان اجرا شد. در این تحقیق مقادیر آب آبیاری در سه سطح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تأمین نیاز آبی کامل گیاه در نوارهای افقی به‌عنوان عامل A و همچنین رقم در سه سطح، شامل: ارقام سینگل کراس ۷۰۵، سینگل کراس ۷۰۶ و سینگل کراس ۷۰۴، در نوارهای عمودی به‌عنوان عامل B بررسی شدند. تجزیه واریانس مرکب دوساله داده‌ها نشان داد، تأثیر تیمارهای آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است و اختلاف بین هیبریدها نیز در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد، اما برهمکنش این دو تیمار (دور آبیاری × رقم) بر عملکرد و اجزاء عملکرد اثری معنی‌داری نداشتند. نتایج نشان داد، عملکرد دانه در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد ۷/۸۵ تن در هکتار بود که نسبت به تیمار آبیاری ۷۵ درصد و ۵۰ درصد به ترتیب ۱۵/۰۳ درصد و ۲۹/۶۸ درصد برتری داشت. بیشترین تولید دانه هم از رقم سینگل کراس ۷۰۶ با میانگین عملکرد ۷/۰۳ تن در هکتار به دست آمد که نسبت به ارقام ۷۰۵ و ۷۰۴ به ترتیب ۱۲/۸۴ و ۳/۶۸ درصد عملکرد بیشتری داشت. برهمکنش مقدار آبیاری و رقم نیز حاکی از بیشترین تولید دانه از رقم ۷۰۶ در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد بود. همچنین ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۶ در تیمار آبیاری ۷۵ درصد با ۱/۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب، بیشترین بهره‌وری آب را داشت. با کم کردن آبیاری، ارتفاع بوته و طول بلال نیز کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، ارقام ذرت، بهره‌وری، مقدار آبیاری

مقدمه

از میان مصرف‌کنندگان منابع آبی کشور، بخش کشاورزی با بهره‌گیری از بیش از ۷۰ درصد منابع آبی (حدود ۶۲ میلیارد مترمکعب)، بیشترین سهم را در استفاده از این منابع دارد، این در حالی است که به دلایل مختلف و بخصوص استفاده از روش‌های آبیاری سنتی، بهره‌وری آب کشاورزی طی یک دهه گذشته به‌طور متوسط ۳۵ درصد بوده است (۱-۰/۷ کیلوگرم برای هر مترمکعب آب). میزان بالای بهره‌وری آب کشاورزی در کشورهای توسعه‌یافته (۶۵ درصد معادل ۳ کیلوگرم برای هر مترمکعب آب) و حتی دیگر کشورهای درحال‌توسعه (۴۵ درصد معادل ۲ کیلوگرم برای هر مترمکعب آب)، سبب شده است که در سال ۱۳۹۰ ایران از نظر میزان بهره‌وری آب در بین ۱۲۳ کشور دنیا در رتبه نازل ۱۰۲ قرار بگیرد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۵). بهبود شیوه‌های مدیریتی آب و خاک در سال‌های اخیر باعث افزایش مقادیر بهره‌وری آب شده است. کاربرد روش‌های جدید آبیاری از جمله آبیاری‌های بارانی و قطره‌ای با توجه به بهبود مدیریت آبیاری در مزرعه، بهره‌وری آب را افزایش داده و به میزان ۱/۱۹ کیلوگرم بر مترمکعب رسانده است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۶). مطابق هدف‌گذاری انجام‌گرفته، بهره‌وری آب باید تا سال ۱۴۰۴ به ۶۰ درصد (۱/۷۰ کیلوگرم برای هر مترمکعب آب) برسد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۵). در اغلب نقاط کشور محور کشاورزی را آب و آبیاری تشکیل می‌دهد، بنابراین همگرایی کلیه عملیات

۱- استادیار بخش تحقیقات زراعی-باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی گلستان وابسته به سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی. گرگان. ایران
۲- استاد بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی گلستان وابسته به سازمان تحقیقات ، آموزش و ترویج کشاورزی. گرگان. ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: alireza_sa70@yahoo.com)
DOR: 20.1001.1.20087942.1401.16.6.8.5

کشاورزی در جهت استفاده از آب و به حداکثر رساندن عملکرد به ازای هر واحد آب مصرفی است (امام و رنجبر، ۱۳۷۹). ذرت سومین گیاه مهم غله دنیا پس از برنج و گندم و مهم‌ترین منبع تولید غذا برای انسان و حیوانات است و در اکثر کشورها بیش از دیگر گیاهان کاشته می‌شود. استفاده و تجارت ذرت بیشتر به‌عنوان محصولی برای تغذیه دام است، اما یک جزء مهم سبد غذایی انسان نیز است (چوگان، ۱۳۹۱). سالیانه به‌طور متوسط، ۱۶۰ میلیون هکتار از اراضی تحت کشت ذرت قرار می‌گیرد و حدود ۸۱۷ میلیون تن ذرت دانه‌ای تولید می‌شود. در ایران نیز سالیانه حدود ۲۱۰ هزار هکتار ذرت کاشته می شود که از این مساحت حدود ۱/۸ میلیون تن ذرت به دست می‌آید (USDA1, 2010). علی‌رغم سابقه نسبتاً طولانی کشت ذرت در استان گلستان، شرایط نامساعد آبی استان، بخصوص افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی و کاهش نزولات آسمانی در سال‌های اخیر (حسینی، ۱۳۸۸) حفظ روند کشت ذرت دانه‌ای را با مشکل مواجه کرده است. کاهش محسوس سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای در استان بیش از هر چیز به سبب کاهش منابع آبی زیرسطحی است. به دلیل خشک‌سالی‌های پیاپی، رودخانه‌های استان از ۲۰ درصد به ۴۳ درصد کاهش آورد آب داشتند. در کنار خشک‌سالی، تغییر اقلیم و افزایش دما موجب افزایش مصرف آب نیز شده است. به‌طوری‌که تنها طی سال-های ۱۳۷۰ تا سال ۱۳۸۵، سطح آب زیرزمینی دشت گرگان و گنبد در حدود ۱۵ متر افت کرده است (حسینی، ۱۳۸۸). همچنین تغییرات شدید اقلیمی در مناطق مختلف استان نیز در این امر دخیل است.

کشت ذرت در استان گستان با مشکلات دیگری نیز مواجه است، به‌عنوان مثال در زمان کشت پاییزه کشاورزان در سطح وسیعی اقدام به کشت گندم، جو و کلزا می‌نمایند. غالب این کشاورزان در بهار به کشت محصولات بهاره از جمله ذرت نیز روی می‌آورند. این رویکرد سبب تداخل آبیاری سایر گیاهان با ذرت می‌شود که نتیجه‌ای جز برخورد با مشکلات کم‌آبی آن هم در ابتدای فصل رشد ذرت را در پی نخواهد داشت. همچنین اوج مصرف آب در گیاهان زراعی مانند سویا و صیفی‌جاتی نظیر گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی با شروع مرحله گلدهی در ذرت همراه است که مرحله بحرانی رشد گیاه بوده و نیاز آبی ذرت در حداکثر میزان خود است. علاوه بر این، درصورتی‌که اقدام به کشت دیرهنگام هیبریدهای دیررس گردد، زمان برداشت محصول مصادف با کاهش درجه حرارت می‌شود و این امر منجر به تعجیل زارعین در برداشت ذرت به‌صورت علوفه‌ای می‌شود. از جمله راه‌حل‌های مطرح‌شده در جهت کاهش نیاز آبی ذرت، کشت هیبریدهای متحمل است. از راه‌حل‌های دیگر که مبتنی بر مدیریت تقاضا در سطح مزرعه است، افزایش راندمان آبیاری و مهم‌تر از آن بهبود بهره‌وری آب است. آبیاری قطره‌ای به دلیل واردکردن آب با دبی کم و با فراوانی زیاد، قادر است پتانسیل ماتریک خاک را در منطقه رشد ریشه گیاه بالا نگه دارد (Shalhevet, 1994).افزایش عملکرد هیبریدهای جدید ذرت نسبت به هیبریدهای قدیمی امری مشهود است، برخی محققین دلیل این امر را افزایش تحمل به تنش در هیبریدهای جدید نسبت به هیبریدهای قدیمی عنوان کرده‌اند. چوکان (چوگان، ۱۳۹۰) نیز با اشاره با بهبود عملکرد هیبریدهای جدید ذرت دانه‌ای در ایران نسبت به هیبریدهای قدیمی به دلیل استفاده از والدین برتر در تلاقی‌ها، بر لزوم جایگزینی تدریجی هیبریدهای قدیم با جدید تأکید کرده است. این در حالی است که هیبرید قدیمی ۷۰۴ (سال معرفی ۱۳۵۹) هیبرید غالب در اکثر نقاط کشور است به‌طوری‌که حدود ۶۵ درصد تولید بذر ذرت کشور در سال ۱۳۹۴ را به خود اختصاص داده است. با توجه به طول دوره رشد طولانی این گیاه و نیاز آبی بالای آن و از دست دادن دیرهنگام رطوبت دانه و از طرف دیگر حساسیت نسبی آن به بیماری سیاهک ذرت، نیاز به جایگزینی این هیبرید با هیبریدهای جدید و در دست معرفی که عموماً به بیماری‌های ذرت نسبتاً مقاوم بوده و نیاز آبی کمتری دارند احساس می‌شود (چوگان، ۱۳۹۱). تنش خشکی تأثیر مستقیم بر کاهش شاخص کلروفیل برگ گیاه دارد. طوری که ساقه‌ها مهم‌ترین منبع کربوهیدرات‌ها در زمان پر شدن دانه‌ها هستند. با کاهش فتوسنتز در شرایط تنش خشکی میزان این ذخایر کم شده و ضمن اثر بر قطر ساقه، بر پر شدن دانه و در نتیجه وزن دانه‌ها و در نهایت بر عملکرد دانه اثر منفی می‌گذارد. کاهش تولیدات فتوسنتزی در مرحله زایشی برای کاهش طول و قطر بلال ذکر شده است (نصرا... زاده و همکاران، ۱۳۹۵). اشرف و فولاد (Ashraf and Foolad, 2007). تنش رطوبتی از طریق ایجاد تغییرات آناتومیک، مرفولوژیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بر جنبه‌های مختلف رشد گیاه تأثیر می‌گذارد. شدت خسارت خشکی به محصول، بسته به طول مدت تنش و مرحله رشد گیاه متفاوت است (Doorenbos and Kassam, 1979). بنا بر جمع‌بندی نتایج پژوهشگران امکان صرفه‌جویی در آب با اعمال تکنیک‌هایی مانندکم‌آبیاری به روش آبیاری قطره‌ای بدون کاهش معنی‌دار در عملکرد گیاه وجود دارد، چگونگی صرفه‌جویی در میزان آب مصرفی گیاه و استفاده از آب صرفه‌جویی شده در مناطقی که امکان افزایش زمین‌های زراعی وجود دارد، هدفی راهبردی برای ارتقاء بهره‌وری آب است. با توجه به اهمیت محدودیت آب و لزوم مدیریت مناسب آب، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تأثیر مقادیر آبیاری روی عملکرد دانه، بهره‌وری آب و شاخص‌های مورفولوژیکی ارقام ذرت تحت سامانه‌های آبیاری نوین (قطره‌ای تیپ) در استان گلستان انجام شد. در این تحقیق اقدام به مقایسه بهره‌وری آب هیبرید سنتی و متداول ۷۰۴ با هیبریدهای جدید ۷۰۵ و ۷۰۶ شده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی عملکرد، برخی خصوصیات فیزیولوژیکی،

بهره‌وری آب و اثر متقابل محیط و ارقام جدید ذرت در شرایط آبیاری قطره‌ای، این آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار طی سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان اجرا شد .در این تحقیق مقادیر آب آبیاری در سه سطح، شامل: آبیاری در حد ظرفیت زراعی (تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) تا ۷۵ درصد ظرفیت زراعی و تا ۵۰ درصد ظرفیت زراعی در نوارهای افقی به‌عنوان عامل A و همچنین رقم در سه سطح، شامل ارقام هیبرید سینگل کراس ۷۰۴ (B73×MO17)، هیبرید سینگل کراس ۷۰۵ (K3640/3×MO17) و هیبرید سینگل کراس ۷۰۶(K3547/4×MO17)، در نوارهای عمودی به‌عنوان عامل B موردبررسی قرار گرفتند (جدول ۳). بافت خاک منطقه سیلتی کلی لوم بود، سایر مشخصات فیزیکی- شیمیایی خاک محل آزمایش قبل و بعد از اجرا تعیین شد (جداول ۱ و ۲). عملیات آماده‌سازی زمین مطابق عرف منطقه صورت گرفت، یعنی با شخم و دیسک زمینی را که دارای شیب طولی و عرضی مناسب بود در اوایل تیرماه اقدام به شخم به عمق ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر گردیده، سپس دو دیسک عمود برهم زده شد و آنگاه بر اساس آزمون خاک انجام‌شده در آزمایشگاه خاکشناسی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان و طبق توصیه بخش خاک و آب، مقدار کود محاسبه شد و کمبود آن بر مبنای ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم اوره بود به مزرعه اضافه گردید. دوسوم باقیمانده کود اوره در مرحله ۵-۷ برگی ذرت هم‌زمان با آبیاری پاشیده شد. از علف‌کش ارادیکان به میزان ۵ لیتر در هکتار چند ساعت قبل از کاشت مصرف گردیده، سپس دیسک زده شد تا با خاک مخلوط شوند. با فاروئر نیز پشته‌هایی به طول ۱۵۴ متر و به فاصله ۷۵ سانتیمتر از هم دیگر ایجاد گردید. بعد از کاشت و قبل از سبز شدن علف‌کش‌های آرتزین به مقدار یک کیلوگرم در هکتار و آلا کلر (لاسو) به مقدار ۴ لیتر در هکتار به‌صورت محلول‌پاشی در سطح مزرعه استفاده شد. آبیاری هر تکرار به‌صورت جداگانه با نصب کنتور صورت گرفت (شکل ۱). در هر تکرار هر رقم در هر کرت شامل ۴ خط به طول ۵۰ متر بوده که با احتساب تراکم کشت ۷۶ هزار در هکتار هر خط شامل ۲۵۰ کپه به فاصله ۱۷ سانتی‌متر منظور گردید (شکل ۲). در هر کپه برای اطمینان از سبز ۲ بذر کشت شد که پس از تنک در مرحله ۴-۵ برگی شدن ذرت فقط ۱ بوته باقی ماند. مساحت کرت برداشتی ۲۸ مترمربع بود که با حذف یک متر از ابتدا و انتهای دو خط وسط هر کرت به‌عنوان اثرات حاشیه‌ای انجام شد (شکل ۳). آب موردنیاز گیاه با اندازه‌گیری رطوبت خاک قبل از هر آبیاری تا عمق توسعه ریشه گیاه و محاسبه کمبود رطوبت خاک (SMD) در تیمار بدون تنش (S1I1) به شرح معادله ۱ برآورد گردیده و بر این اساس آبیاری انجام شد.

$$SMD = (\theta_{FC} - \theta_i)B_dD_r \quad (۱)$$

$$CPD = \frac{TP}{TW_c} \quad (۲)$$

در این معادله، SMD، عمق آب آبیاری (mm)، θ_{FC} و θ_i به ترتیب رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی و قبل از آبیاری (٪ وزنی)، Bd وزن مخصوص ظاهری خاک ($gr.cm^{-3}$) و Dr عمق ریشه گیاه (mm). در هر آبیاری با مرطوب کردن خاک اطراف ریشه، به آهستگی از خاک خارج و اندازه‌گیری شد. مزرعه به روش قطره‌ای (تیپ) آبیاری گردید، از نوار تیپ زیپ‌دار با فاصله ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف‌ها با فاصله قطره‌چکان ۲۰ سانتی‌متر و دبی قطره‌چکان ۱ تا ۱/۲ لیتر بر ساعت، در فشار ۰/۸ تا ۱ بار استفاده شد. بر اساس اطلاعات منطقه‌ای و تجربیات محلی، پس از ۵۰ تا ۶۰ درصد تخلیه رطوبت قابل‌استفاده گیاه آبیاری صورت گرفت که دور آبیاری ۵ تا ۷ روز بود. میزان مصرف آب هم با استفاده از کنتور حجمی مشخص گردید. در این تحقیق از شاخص بهره‌وری فیزیکی آب (Crop Per Drop =CPD) برای اندازه‌گیری بهره‌وری آب استفاده شد. معادله ۲ چگونگی اندازه‌گیری این شاخص را نشان می‌دهد. در معادله ۲، TP: میزان محصول تولیدشده (کیلوگرم در هکتار) و TWC حجم آب مصرف‌شده در هکتار است؛ بنابراین CPD، بهره‌وری آب بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب است. بدیهی است هر چه میزان CPD در یک گیاه بیشتر باشد نشان‌دهنده مصرف صحیح‌تر آب است (احسانی و خالدی، ۱۳۸۲)؛ بنابراین بهره‌وری مصرف آب، با اندازه‌گیری عملکرد و آب کاربردی برای هر تیمار و از تقسیم دو پارامتر به هم برآورد و سپس ارقام مختلف و هم‌چنین نوع مدیریت آبیاری از نظر این شاخص مقایسه شدند. با توجه به اطلاعات جدول ۴، قبل از انجام هرگونه تجزیه‌وتحلیل، به دلیل اینکه طرح تجزیه مرکب است، آزمون یکنواختی واریانس تیمارها بر اساس آزمون لوونی (Levene's Test) انجام شد و جهت ترسیم نمودار مربوطه از آزمون Univariate نرم‌افزار SAS (SAS, 2004) استفاده شد.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک مزرعه قبل از اجرای آزمایش (عمق ۲۵-۰ سانتی‌متر)

پتاسیم قابل‌جذب (%)	فسفر قابل‌جذب (%)	ازت کل	مواد خنثی شونده (%))	گوگرد قابل‌جذب(%)	pH	هدایت الکتریکی (dS/m)	بافت خاک
۳۲/۳	۱۸/۸	٪۱۸	۲/۰	۴/۸ درصد	۸ – ۷/۵	۱/۳ تا ۱/۸	سیلتی کلی لوم)

جدول ۲- بعضی از خواص فیزیکی خاک محل آزمایش

عمق خاک (cm)	٪ وزنی رطوبت در حد ظرفیت زراعی	٪ وزنی رطوبت در حد پژمردگی	جرم مخصوص ظاهری $g.cm^{-3}$	بافت خاک
۰-۳۰	۲۵/۵	۱۴	۱/۳۸	سیلتی کلی لوم)
۳۰-۶۰	۲۵	۱۳/۲	۱/۴۲	

جدول ۳- برخی خصوصیات زراعی ارقام ذرت موردمطالعه

صفت	SC 704	SC 706	SC 705
تیپ دانه	دندان‌اسبی	دندان‌اسبی	صاف دندان‌اسبی
وزن هزار دانه (گرم)	۲۹۷	۳۹۳/۲	۳۰۹
تعداد دانه در ردیف بلال	۳۸/۵	۳۷/۵۹	۴۲
تعداد ردیف دانه در بلال	۱۷/۲	۱۴/۶	۱۵/۶
ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	۲۰۳	۱۷۶/۷	۱۹۱
ارتفاع تا بلال (سانتی‌متر)	۱۰۷	۸۹/۵	۱۰۶
سال معرفی	۱۳۴۹	۱۳۹۱	۱۳۹۱
میانگین رطوبت دانه در زمان برداشت در مزارع تحقیقی ترویجی	۲۳/۲۵	۲۴/۴	۲۰/۹۴
میانگین عملکرد دانه در مزارع تحقیقی ترویجی (تن در هکتار)	۱۱/۱۸۸	۱۲/۲۸۰	۱۲/۶۱۷
واکنش به سیاهک معمولی ذرت	نیمه حساس	نیمه مقاوم	نیمه مقاوم
واکنش به فوزاریوم بلال	نیمه مقاوم	مقاوم	نیمه مقاوم

جدول ٤- شرایط آب و هوای منطقه مورد آزمایش طی دو سال زراعی

ماه	میانگین دمای حداقل (درجه سانتی‌گراد)			میانگین دمای حداکثر (درجه سانتی‌گراد)			میانگین بارندگی (میلی‌متر)		
	بلندمدت (۶۳-۹۸)	۹۸	۹۷	بلندمدت (۶۳-۹۸)	۹۸	۹۷	بلندمدت (۶۳-۹۸)	۹۸	۹۷
خرداد	۵/۵	۱۹/۴	۲۰/۵	۱۵/۲	۳۳/۷	۳۲	۵۳/۴	۲/۴	۰/۰۶
تیر	۳/۴	۲۲/۶	۲۴	۱۳	۳۴/۲	۳۳/۲	۴۷/۷	۲۸/۶	۳۹/۶
مرداد	۳/۱	۲۳/۵	۲۳/۲	۱۲/۷	۲۳/۹	۳۳/۳	۵۹/۱	۸/۲	۷/۸
شهریور	۵/۳	۱۹/۸	۲۰/۵	۱۵	۳۲/۴	۳۰/۹	۵۸/۱	۱۹/۵	۲۴/۵
مهر	۸/۹	۱۵/۸	۱۵/۴	۱۹/۷	۲۸/۷	۲۷/۹	۵۰/۸	۵۱/۸	۵۵/۵
آبان	۱۳/۸	۱۰	۱۰/۹	۲۵/۱	۲۰/۶	۲۱/۴	۴۳	۱۳۶/۲	۳۷/۳
مجموع							۵۲۱/۴	۵۲۱	۷۱۵
میانگین	۱۲/۷	۱۲/۷	۱۳/۲	۲۳/۱	۲۴/۱	۲۴			

* اقتباس از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک هاشم‌آباد گرگان

ادامه جدول ٤- شرایط آب و هوای منطقه مورد آزمایش طی دو سال زراعی

ماه	میانگین تبخیر و تعرق (میلی‌متر)			تعداد روزهای یخبندان			مجموع ساعات آفتابی		
	بلندمدت (۶۳-۹۸)	۹۸	۹۷	بلندمدت (۶۳-۹۸)	۹۸	۹۷	بلندمدت (۶۳-۹۸)	۹۸	۹۷
مهر	۷۴	۶۵	۶۵	۲	۰	۰	۱۶۲/۳	۲۲۶/۷	۲۲۳
آبان	۷۱	۷۱	۷۱	۰	۰	۰	۱۹۵/۸	۱۶۲/۵	۱۶۱/۹
خرداد	۷۶	۶۰	۵۸	۱/۹	۰	۰	۱۳۶/۴	۳۰۸/۶	۲۹۶/۷
تیر	۷۵	۵۹	۶۷	۴/۷	۰	۰	۱۴۰/۷	۳۰۱/۱	۱۹۶/۵
مرداد	۷۵	۶۲	۶۴	۶	۰	۰	۱۳۳/۷	۲۳۲/۱	۲۲۵/۶
شهریور	۷۵	۵۹	۶۳	۲/۲	۰	۰	۱۳۳/۷	۲۸۵/۱	۲۲۲/۷
مجموع				۱۵/۷	۱۳	۸	۲۲۴۲	۲۴۷۳/۷	۲۲۷۶/۹
میانگین	۷۱	۶۸	۷۱						

* اقتباس از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک هاشم‌آباد گرگان

شکل ۱- نمای کلی از کانوپی مزرعه در مرحله یادداشت‌برداری

شکل ۲- نمای کلی از کانوپی مزرعه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی

شکل ۳- مرحله اتمام آبیاری رسیدگی فیزیولوژیکی

نتایج و بحث

آزمون یکنواختی واریانس تیمارها بر اساس آزمون لوونی (Levene's Test)حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد و یکسان بودن واریانس بود.

عملکرد دانه و اجزای آن

تجزیه واریانس مرکب دوساله داده‌ها نشان داد، تأثیر تیمارهای آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است و اختلاف بین هیبریدها نیز در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد، اما برهمکنش این دو تیمار (مقدار آبیاری × رقم) بر عملکرد و اجزای عملکرد اثر معنی‌داری نداشتند (جدول ۵). بررسی عملکرد دانه در تیمارهای آبیاری نشان داد، عملکرد دانه در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد ۷/۸۵ تن در هکتار بود که نسبت به تیمار آبیاری ۷۵ درصد و ۵۰ درصد به ترتیب ۱۵/۰۳ و ۲۹/۶۸ درصد برتری داشت. بیشترین عملکرد دانه هم از رقم سینگل کراس ۷۰۶ با میانگین ۷/۰۳ تن در هکتار به دست آمد که نسبت به ارقام ۷۰۵ و ۷۰۴ به ترتیب ۱۲/۸۴ و ۳/۶۸ درصد عملکرد بیشتری داشت. برهمکنش مقدار آبیاری و رقم نیز حاکی از بیشترین تولید دانه از رقم ۷۰۶ در تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد بود (جدول ۶). نتایج به‌دست‌آمده با یافته‌های بیگلوئی و همکاران (۱۳۹۳) مبنی بر اینکه عملکرد ذرت در اثر کمبود آب به‌طور معنی‌دار کاهش می‌یابد، مطابقت دارد. به نظر می‌رسد دلیل کاهش عملکرد، گسترش نامناسب و تداوم کمتر سطح برگ نسبت به گیاهان شاهد باشد (امینیان و هکاران، ۱۳۹۷). نتایج حاصل از بررسی اجزای عملکرد نشان داد که کمبود آب سبب کاهش اجزای عملکرد گیاه ذرت شد که نتایج این تحقیق منطبق با آزمایش‌های فلاحی و همکاران (۱۳۹۲) است. تفاوت ارقام از نظر رشد رویشی در شرایط تنش‌های محیطی اهمیت ویژه‌ای دارد و نشان‌دهنده توانایی گیاه در حفظ عملکرد خود با میزان کمتر آبیاری است، بنابراین رقم ۷۰۶ را می‌توان برای تولید دانه توصیه کرد که با نتایج تحقیق سلامتی و دانایی (۱۳۹۹) منطبق است.

محدودیت آب در مناطق خشک و نیمه‌خشک، تعیین برنامه صحیح و دقیق برای آبیاری را الزامی نموده است. بهترین راه مبارزه با خشکی، توسعه ارقام و هیبریدهایی است که تحمل بیشتری نسبت به دوره خشکی داشته باشند (چوگان و همکاران، ۱۳۹۲). برای شناسایی ارقام متحمل، ضمن ارزیابی عملکرد محصول، استفاده از صفات مورفولوژیک مرتبط با عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف توصیه‌شده است. رقم یکی از عوامل زراعی است که از طریق پتانسیل ژنتیکی، عملکرد را به‌طور معنی‌داری تحت اثر قرار می‌دهد (Dayal et al., 2016). برهمکنش مقدار آبیاری و ارقام، نشان داد رقم سینگل کراس ۷۰۶ با بالاترین میانگین توان حفظ عملکرد دانه را در آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی دارد ولی بهره‌وری در آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی با بهره‌وری آب در آبیاری ۷۵ درصد نیاز آبی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری ندارد که با یافته‌های فرخی و همکاران (۱۳۹۸) مطابقت دارد. درحالی‌که رقم سینگل کراس ۷۰۵ برای تولید علوفه بر سایر ارقام برتری نشان داد. استفاده از مقدار مناسب آبیاری با افزایش بهره‌وری آب در تولید برخی از محصولات زراعی از جمله ذرت موفقیت‌آمیز بوده است (Adiloglu *et al*., 2012).

بهره‌وری آب

با توجه به اهمیت بررسی توأمان عملکرد محصول و حجم آب مصرفی، مقادیر بهره‌وری آب برای تیمارهای مختلف آبیاری محاسبه و ارائه گردیده است. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد، تأثیر تیمارهای آبیاری بر بهره‌وری آب به‌منظور تولید دانه ذرت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود و اختلاف بین هیبریدها نیز در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. اما برهمکنش این دو تیمار (مقدار آبیاری × رقم)، سال×مقدار آبیاری، سال×رقم و سال×مقدار آبیاری×رقم معنی‌دار نبود (جدول۵). همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد مقادیر بهره‌وری آب به‌طور متوسط (میانگین دوساله) بین ۶/۰۲ و ۷/۹۴ کیلوگرم بر مترمکعب نوسان دارد. تیمار مقدار آبیاری ۷۵ درصد با تولید ۱/۱۴ کیلوگرم بر مترمکعب بیشترین بهره‌وری را داشت. رقم ۷۰۶ با تولید ۱/۱۵ کیلوگرم بر مترمکعب نسبت به سایر ارقام بهره‌وری بالاتری داشت. به‌این‌ترتیب بهره‌وری آب را می‌توان ارتقاء داد و به‌طور هم‌زمان برای صرفه‌جویی در آب مصرفی، آب آبیاری را کاهش داد. امروزه نیاز به یک ترکیب بهینه از تولید در واحد هکتار و تولید به ازای حجم آب مصرفی برای حصول غذای بیشتر با آب کمتر احساس می‌شود. به‌عبارت‌دیگر، اخذ عملکردی با ثبات و نه عملکرد حداکثر، به بهره‌وری حداکثری مصرف آب کمک می‌نماید (سالمی و همکاران، ۱۳۹۳). بررسی بهره‌وری آب در تولید دانه نشان داد، برهمکنش همه ارقام در مقدار آبیاری ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه نسبت به آبیاری ۱۰۰ درصد پیشی گرفتند و این برتری در تولید دانه برای رقم ۷۰۶ با میانگین ۱/۱۸۵ کیلوگرم بر مترمکعب کاملاً مشهود بود (جدول ۶). علی‌رغم کاهش مصرف آب در تیمارهای مقدار آبیاری خصوصاً تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی، کاهش عملکرد دانه به نحو چشمگیری اثر کاهش مصرف آب را تعدیل و روند کاهشی بهره‌وری مصرف آب را در تیمارهای مختلف آبیاری نسبت به آبیاری مرسوم شاهد هستیم (شکل ۴) که با نتایج ذاکر نژاد و همکاران (۱۳۹۶) منطبق است. ضمناً اثر سال در این صفت و بیشتر صفات بعدی موردبررسی در این آزمایش معنی‌دار شد. این موارد می‌تواند ناشی از تغییرات عوامل اکولوژیکی و

اختلاف در شرایط آب و هوایی سال‌های اجرای آزمایش باشد که در عمل کنترلی بر روی آن وجود ندارد

صفات مورفولوژیکی

تأثیر تنش آبی بر تعداد دانه در بلال و تعداد دانه در هر ردیف بلال در سطح احتمال یک درصد و بر تعداد ردیف دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). تنش ملایم (تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی) تأثیر معنی‌داری بر تعداد ردیف دانه نداشت ولی تنش شدید (تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی) باعث کاهش معنی‌دار تعداد ردیف دانه گردید (جدول ۶). تعداد دانه در ردیف در اثر تنش ملایم (تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی) کاهش معنی‌داری یافت و با ادامه روند کم آبیاری در شرایط تنش شدید، (تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی)، تعداد دانه در ردیف دوباره به‌طور معنی‌دار کم شد (جدول ۶). احتمالاً تعداد دانه در ردیف بیشتر از تعداد ردیف دانه تحت تأثیر عوامل محیطی مانند کم آبیاری قرار می‌گیرد (شکل ۵). تعداد دانه در بلال تحت تأثیر شرایط کم آبیاری کاهش معنی‌داری یافت (جدول ۶). برخی محققین گزارش کردند که در مرحله چهار تا ده برگی ایجاد شرایط محیطی نامناسب باعث کاهش تقسیم سلول‌های مریستمی جوانه بلال و کاهش تعداد دانه ذرت خواهد شد (چوگان، ۱۳۹۱). همچنین برخی محققین ایجاد شرایط تنش خشکی در دو هفته قبل از مرحله گرده‌افشانی تا دو هفته پس از مرحله گرده‌افشانی را عامل اصلی کاهش تعداد دانه در ذرت می‌دانند (Emeadeas *et al*., 2000). به نظر می‌رسد کاهش تعداد دانه در هر ردیف بلال در شرایط کم آبیاری شدید باعث کاهش تعداد دانه شود. تغییرات طول بلال نیز مشابه روند ارائه‌شده در تعداد دانه در ردیف بلال بود (جدول۶). تجزیه واریانس ارتفاع بوته و بلال حاکی از معنی‌داری تیمار آبیاری به ترتیب در سطح ۱ درصد و در سطح ۵ درصد و عدم معنی‌داری ارقام و برهمکنش این دو می‌باشد (جدول ۵). بالاترین ارتفاع بوته با ۱۹۴/۳ سانتی‌متر و ارتفاع بلال به میزان ۸۸/۳ متعلق به آبیاری ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی است که با ارتفاع بوته و بلال ۱۷۹/۹ و ۸۸/۲ سانتی‌متری در تیمار ۷۵ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی‌داری نداشت ولی در آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی به پایین‌ترین مقدار آن رسید و تفاوت آن محسوس بود (جداول ۵ و ۶). به نظر می‌رسد آلودگی به فوزاریوم و کاهش وزن دانه نسبت به تعداد دانه در کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش آبی نقش بیشتری دارد و کاهش تعداد دانه نیز با کاهش تعداد دانه در ردیف بلال حادث گردید. همچنین در مرحله گرده‌افشانی، کم‌آبیاری حساب‌نشده باعث مرگ دانه‌های گرده و خشک شدن ابریشم‌های نوک بلال شده در نتیجه درصد لقاح کاهش‌یافته و تعداد دانه تشکیل‌شده در هر بلال کاهش می‌یابد. در شرایط فراهمی رطوبت، وزن هزار دانه مطلوب بود ولی در شرایط تنش ملایم و شدید آبی، وزن هزار دانه به ترتیب کاهش بیشتری یافت. بیشترین وزن هزار دانه در رقم ۷۰۶ به‌طور معنی‌داری نسبت به هیبرید ۷۰۵ ملاحظه شد ولی تفاوت آن با هیبرید ۷۰۴ معنی‌دار نبود (جدول ۶). به نظر می‌رسد که در هیبرید ۷۰۵ آلودگی به فوزاریوم بیشتر، دلیل عمده آن باشد که منجر به کاهش عملکرد دانه هیبرید ۷۰۵ نیز گردید. به گزارش نبی پور و همکاران در شرایط تنش خشکی آنزیمSoluble Starch Synthase در هیبرید ۷۰۵ که باعث افزایش تبدیل ساکاروز به نشاسته در دانه می‌شود نیز تخریب شده باشد. در اثر تخریب این آنزیم، تبدیل ساکاروز به نشاسته درآندوسپرم دانه کاهش می‌یابد و نهایتاً وزن دانه نیز کاهش می‌یابد (نبی پور، ۱۳۹۲). گزارشات متعددی وجود دارد که نشان می‌دهد که کاهش میزان رطوبت خاک باعث بازدارندگی فتوسنتز، کاهش انتقال مواد پرورده به سمت دانه، کاهش وزن دانه و عملکرد دانه می‌شود (Liu *et al*., 2008; Van .Heerden & Laurie, 2008) تفاوت عملکرد دانه در هیبریدهای مورد آزمایش معنی‌دار نبود (جدول ۶). مقایسه بهره‌وری آب همچنین نشان داده است که آبیاری کامل فاروها برای ذرت سودمندی بالاتری نسبت به آبیاری یک‌درمیان فاروها ندارد.

شکل ٤- مرحله برداشت، نمونه‌برداری و کیل گیری بلال برای ارزیابی عملکرد دانه

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات ذرت دانه‌ای تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و ارقام

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		عملکرد دانه	بهره‌وری آب برای تولید دانه	وزن هزار دانه	تعداد ردیف دانه در هر بلال	تعداد دانه در هر ردیف بلال	تعداد دانه در بلال	طول بلال (سانتی‌متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	مقدار مصرف آب (مترمکعب بر هکتار)
سال	۱	۱/۹۹۲^{ns}	۰/۰۸۵۰*	۱۰۹۳/۵۰^{ns}	۰/۰۲۶^{ns}	۷۵/۲۳۶^{ns}	۱۳۷۹۱/۵۰^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۲۱۰۲/۵*	۱۰۴۹۴۰۳۷/۵**
سال×تکرار	۴	۰/۹۹۱^{ns}	۰/۰۵۰۲*	۳۵۱۴۳۳/۷۷^{ns}	۷/۷۱۳^{ns}	۳۵/۲۳۰^{ns}	۱۰۳۴۰/۴۸^{ns}	۹/۷۳۶^{ns}	۸۱۶/۵۲^{ns}	۸۶۱۶۲۳۲۰/۸**
آبیاری	۲	۲۴/۴۴**	۰/۰۰۱۱^{ns}	۵۵۵۰/۱۶**	۲۳/۴۶۳*	۳۶۲/۴۱۲**	۱۹۶۷۰۶/۴۷**	۳۲۳/۶۸**	۴۲۲۲/۳**	۱۵۸۹۹۰۲۶/۴*
سال×آبیاری	۲	۰/۱۹۲^{ns}	۰/۰۰۴۴^{ns}	۲۰۴۰/۱۶^{ns}	۰/۰۳۷^{ns}	۹۳/۲۰۱^{ns}	۱۸۸۴۰/۰۴۵^{ns}	۰/۱۴۲^{ns}	۵۳/۱۹۹^{ns}	۳۳۸۲۲۶/۴^{ns}
خطای الف	۸	۰/۵۶۳	۰/۰۱۸۰	۱۷۲۰/۸۶۱	۵/۲۸۸	۲۳/۵۵۴	۴۸۹۹/۴۳	۶/۶۲۵	۶۳۶/۳۹	۳۵۷۲۶۳/۹
رقم	۲	۳/۰۵۲**	۰/۰۹۱۶*	۱۴۴۱۲/۶۶**	۲/۲۹۵**	۷۶/۳۴۵**	۳۳۵۶۹/۸۸**	۵/۴۰۵^{ns}	۲۹۰/۷۵^{ns}	۹۲۷۰۶۸/۱*
سال×رقم	۲	۰/۰۰۰۸^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۲۹۱۸/۲۲^{ns}	۰/۰۰۷^{ns}	۶/۶۶۴^{ns}	۱۳۶۲/۰۶^{ns}	۰/۲۹۰^{ns}	۳۰۷/۹۴^{ns}	۹۲۷۰۶۸/۱*
خطای ب	۸	۹۴/۶۰۷	۱/۰۲۲	۰/۶۲۵	۱۳۸/۴۱	۶۳۶/۳۹	۵۶۲۸/۳۸	۲۰/۶۲۰	۶۳۶/۳۹	۶/۱۲۹
آبیاری× رقم	۴	۰/۲۵۴^{ns}	۰/۰۰۹۷^{ns}	۰/۱۳۹^{ns}	۲۰۷۵/۵۸^{ns}	۵/۰۰۳^{ns}	۱۳۶۲/۰۶^{ns}	۱/۰۶۰^{ns}	۶۵/۱۸^{ns}	۱۰۱۸۶۷/۴^{ns}
آبیاری × رقم ×سال	۴	۰/۰۹۰۹^{ns}	۰/۰۰۲۱^{ns}	۰/۰۹۹^{ns}	۱۳۷۲/۸۰۶^{ns}	۰/۶۲۱^{ns}	۲۰۸/۶۶^{ns}	۰/۱۹۴^{ns}	۲۱۳/۹^{ns}	۱۰۱۸۶۷/۴^{ns}
خطای پولد شده (نوع ب)$^{+}$		۹۵/۷۷	۱/۰۳۷	۰/۸۶۳	۳۵۸۶/۷۹۶	۶۴۲/۰۱۴	۷۱۹۹/۱	۲۱/۸۷۴	۹۱۵/۴۷	۲۰۳۷۴۰/۹۲۹
خطای کل	۲۴	۰/۴۷۲	۰/۰۱۳۴	۰/۱۳۲	۱۲/۹۲	۲۴/۸۵۸	۵۷۳۰/۳۸	۵/۹۵۹	۴۴۵/۳۷	۱۹۶۱۰۰/۹
ضریب تغییرات		۱۰/۲۸	۱۰/۵۵	۱۰/۲۸	۱۶/۵۷	۱۴/۵۶	۱۵/۳۱	۱۴/۷۶	۱۱/۷۶	۹/۷۱

ns به معنی غیر معنی‌دار، ** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد است.

$^{+}$ به علت اینکه برهمکنش دوگانه و سه‌گانه معنی‌دار نشده است، میانگین مربعات آن‌ها در خطای نوع ب ادغام گردید.

جدول ٦- مقایسه میانگین عملکرد دانه، اجزای عملکرد و برخی صفات تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری و ارقام

تیمار	عملکرد دانه (تن در هکتار)	بهره‌وری آب برای تولید دانه (کیلوگرم بر مترمکعب)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد ردیف دانه در بلال	تعداد دانه در ردیف بلال	تعداد دانه در بلال	طول بلال (سانتی‌متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	مقدار مصرف آب (مترمکعب بر هکتار)
سطوح آبیاری									
۱۰۰٪ظرفیت زراعی	۷/۸۵a	۱/۰۸۴b	۳۵۵/۰a	۱۵/۴۶a	۳۹/۲۵۶a	۶۰۸/۶۵a	۲۱/۴۱a	۱۹۴/۳۱a	۵۵۳۵/۰a
۷۵٪ ظرفیت زراعی	۶/۶۷b	۱/۱۴۸a	۳۲۲/۳b	۱۴/۳۰ab	۳۲/۸۷۲b	۴۷۰/۷۰b	۱۴/۴۲b	۱۷۹/۹۱a	۴۴۸۹/۷b
۵۰٪ ظرفیت زراعی	۵/۵۲c	۱/۰۸۹b	۳۲۷/۵ab	۱۳/۱۸b	۳۰/۶۰۱b	۴۰۳/۶۲c	۱۳/۷۵b	۱۶۳/۷۰b	۳۶۵۹/۴c
LSD(0.05)	۰/۴۷۲	۰/۰۲۴	۲۹/۷۷	۱/۶۳۳	۳/۴۳۰	۵۲/۰۷	۱/۶۷۹	۱۴/۵۱	۳۰۴/۶۵
ارقام ذرت									
سینگل کراس ۷۰۴	۶/۷۸a	۱/۱۱۴a	۳۴۰/۸a	۱۴/۲۲a	۳۴/۹۰ab	۵۰۱/۷۸c	۱۶/۶۴a	۱۸۲/۵۸a	۴۳۳۴/۴a
سینگل کراس ۷۰۵	۶/۲۳b	۱/۰۱۹b	۳۰۴/۱b	۱۴/۷۶a	۳۵/۸۸a	۵۳۳/۳۰b	۱۷/۰۱a	۱۸۰/۵۲a	۴۵۶۱/۴ab
سینگل کراس ۷۰۶	۷/۰۳a	۱/۱۵۸a	۳۵۹/۸a	۱۳/۹۷a	۳۱/۹۳b	۴۴۷/۹۰a	۱۵/۹۳a	۱۷۴/۸۲a	۴۷۸۸/۳a
LSD(0.05)	۰/۴۷۲	۰/۰۷۹	۲۹/۷۸	۱/۶۳۳	۳/۴۳۰	۵۲/۰۷	۱/۶۷۹	۱۴/۵۱	۳۰۴/۶۵
اثرات متقابل									
۱۰۰ درصد آبیاری×۷۰۴	۷/۹۰a	۱/۱۱۱a	۳۵۵/۸a	۱۵/۸۵a	۴۰/۷۳a	۶۴۵/۹۷a	۲۱/۹۵a	۱۹۶/۰۶a	۵۲۰۱/۶۶a
۱۰۰ درصد آبیاری×۷۰۵	۷/۶۵a	۱/۰۷۶a	۳۱۱/۶a	۱۵/۸۸a	۴۱/۲۶a	۶۵۵/۳۲۰a	۲۱/۸۱a	۱۹۳/۷۷a	۵۵۳۵/۰۰a
۱۰۰ درصد آبیاری×۷۰۶	۸/۰۱a	۱/۱۲۶a	۳۹۷/۵a	۱۴/۶۶a	۳۵/۷۶a	۵۲۴/۶۶a	۲۰/۴۶a	۱۹۳/۱۰a	۵۸۶۸/۳۳a
۷۵ درصد آبیاری×۷۰۴	۶/۸۵a	۱/۱۱۶a	۳۴۱/۶a	۱۳/۹۸a	۳۳/۰۰a	۴۶۱/۳۸a	۱۷/۱۰a	۱۸۰/۲۶a	۴۳۶۹/۱۶a
۷۵ درصد آبیاری×۷۰۵	۶/۰۲a	۰/۹۸۳a	۳۰۰/۸a	۱۴/۹۳a	۳۴/۴۱a	۵۱۳/۷۹a	۱۶/۹۰a	۱۸۴/۳۶a	۴۳۸۳/۳۳a
۷۵ درصد آبیاری×۷۰۶	۷/۱۴a	۱/۱۸۵a	۳۲۴/۵a	۱۴/۰۱a	۳۱/۲۰a	۴۳۶/۹۲a	۱۴/۲۶a	۱۷۵/۱۰a	۴۷۱۶/۶۶a
۵۰ درصد آبیاری×۷۰۴	۵/۶۰a	۱/۱۱۶a	۳۲۵/۰a	۱۲/۸۳a	۳۰/۹۸a	۳۹۷/۹۶a	۱۳/۸۸a	۱۶۵/۲۳a	۳۴۳۲/۵۰a
۵۰ درصد آبیاری×۷۰۵	۵/۰۱a	۰/۹۹۶a	۳۰۰/۰a	۱۳/۴۶a	۳۱/۹۸a	۴۳۰/۷۸a	۱۴/۳۱a	۱۶۹/۶۰a	۳۷۶۵/۸۳a
۵۰ درصد آبیاری×۷۰۶	۵/۹۵a	۱/۱۶۴a	۳۵۷/۵a	۱۳/۲۵a	۲۸/۸۳a	۳۸۲/۱۰۸a	۱۳/۰۶a	۱۵۶/۲۶a	۳۷۸۰/۰۰a
LSD(0.05)	۰/۳۸	۰/۰۶۵	۲۴/۳۱	۱/۳۳	۲/۸۰	۴۲/۵۲	۱/۱۳۷	۱۱/۸۵	۲۴۸/۷۵

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون LSD($P\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند.

شکل ۵- مرحله پس از برداشت و ثبت صفات دانه با رطوبت ۱۴٪

نتیجه‌گیری

شاخص‌های مورفولوژیک رقم سینگل کراس ۷۰۶ مناسب‌تر از سایر ارقام بود و همچنین عملکرد مطلوب‌تری با مصرف آب کمتر تولید کرد. در این تحقیق با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در مصرف آب نیز صرفه‌جویی به عمل آمد و بیشترین بهره‌وری آب به مقدار ۱/۱۸۵ کیلوگرم بر مترمکعب از رقم سینگل کراس ۷۰۶ با تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه به دست آمد که نسبت به سایر ارقام در مقادیر مختلف آبیاری بیشتر بود و لذا برای منطقه گرگان و به‌منظور تولید دانه این رقم پیشنهاد می‌شود. جایگزینی این هیبرید بجای هیبریدهای متداول ذرت دانه‌ای بخصوص هیبرید ۷۰۴، از نظر مصرف آب مقرون‌به‌صرفه بوده و بنابراین کشت آن در مناطق ذرت کاری استان قابل توصیه است. درمجموع می‌توان چنین استنباط نمود که با کاهش بارندگی‌ها و افت شدید منابع آبی، با مقدار مناسب آبیاری، می‌تواند محدودیت-های موجود را به حداقل رساند. به این معنی که گیاه، آب را در زمان مناسب و به همان اندازه موردنیاز دریافت کند تا تلفات آب به حداقل ممکن برسد، ضمناً در شرایط کمبود آب می‌توان با استفاده از نوار تیپ و با پذیرش افت اندکی در عملکرد، سطح زیر کشت را افزایش داد و تولید به ازای آب مصرفی را ارتقا بخشید.

منابع:

احسانی، م. و خالدی، ه. ۱۳۸۲. بهره‌وری آب کشاورزی، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران (وزارت نیرو).

امام، ی. و رنجبر، غ.ح. ۱۳۷۹ .تأثیر تراکم بوته و تنش خشکی در مرحله رشد رویشی بر عملکرد و اجزای عملکرد و کارایی استفاده از آب در ذرت دانه‌ای. مجله علوم زراعی ایران. ۲(۳): ۶۲-۵۱.

امینیان، ر.، طبسی، ه. س.، حبیب زاده، ف. و پارسا مهر، س. ۱۳۹۷. اثر کود فسفر و روابط برخی صفات زراعی دو هیبرید ذرت دانه‌ای در شرایط تنش خشکی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۰(۳۷): ۲۰-۵.

بیگلوئی، م. ح.، کافی قاسمی، ع.، جواهر دشتی، م. و اصفهانی، م. ۱۳۹۳. اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و کیفیت علوفه ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در منطقه رشت. مجله علوم زراعی ایران. ۱۵(۳): ۲۰۶-۱۹۶.

چوکان، ر. ۱۳۹۰. بررسی و مقایسه عملکرد و پایداری هیبریدهای ذرت دانه‌ای دیررس و متوسط رس مرحله نهایی. گزارش نهایی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال وبذر به شماره ثبت ۳۹۹۸۳.

چوکان، ر. ۱۳۹۱. ذرت و ویژگی‌های آن، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، نشر کشاورزی، ۴۶۶ ص.

چوکان، ر.، شیرخانی، ع.، افشارمنش، غ. ر.، استخر، ا.، سبزی، م.ح.، دارخال، ه.، نجفی‌نژاد، ح.، شیری، م.ر.، آفرینش، ع.، خاوری خراسانی، س.، مساوات، ا.، حدادی، ح.، زمانی، م. و معینی، ر. ۱۳۹۲. هیبرید جدید ذرت سینگل کراس کرج ۷۰۶ با عملکرد دانه بالا. نشریه یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی. ۲(۳):۲۵۱-۲۴۱.

حسینی، س. م. ۱۳۸۸. بررسی منابع آب حاصل از احداث مخازن و تأسیسات آبی و چاه‌های بهره‌برداری و تعیین قیمت تمام‌شده آب مربوطه (مطالعه موردی گلستان). گزارش نهایی شماره GLH-84030شرکت مدیریت منابع آب ایران. معاونت پژوهش و مطالعات پایه طرح تحقیقات کاربردی.

حیدری، ن.، دهقانی سانیج، ح. و علائی تفتی، م. ۱۳۹۵. مدیریت تقاضا و مصرف آب کشاورزی در ایران. ناشر کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران، ۲۹۲ صفحه.

ذاکرنژاد، س.، نادری، ا.، هاشمی دزفولی، س.ا.، لک، ش. و علوی فاضل، م. ۱۳۹۶. مقایسه روش‌های مختلف آبیاری بر صفات زراعی و فیزیولوژیک ارقام ذرت در فصل‌های بهار و تابستان. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۹(۳۶): ۱۵۶-۱۳۷.

سالمی، ح.، توکلی، ع. و حیدری، ن. ۱۳۹۳. اثرات کم‌آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای و تعیین بهره‌وری آب در شبکه آبیاری نکو آباد اصفهان. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۶(۴): ۸۶۹- ۸۵۸.

سلامتی، ن. و دانایی، ا.خ. ۱۳۹۸. اثر دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جدید ذرت دانه‌ای.تحقیقات آب و خاک ایران. ۵۰(۱): و ۱۹۹-۱۸۹.

عباسی، ف.، عباسی، ن. و توکلی، ع. ۱۳۹۶. بهره‌وری آب در بخش کشاورزی؛ چالش‌ها و چشم‌اندازها. فصلنامه آب و توسعه پایدار. ۴(۱): ۱۴۴-۱۴۱.

فرخی. غ. ر.، پیام معاونی، پ.، مظفری، ح.، مجیدی هروان، ا. و بهزاد ثانی، ب. ۱۳۹۸. بررسی اثر قطع آبیاری در دورهای مختلف آبیاری بر عملکرد و شاخص‌های فیزیولوژیک چهار رقم ذرت. نشریه علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، شماره ۴۳،۱۱. صفحات ۲۵-۴۵.

فلاحی، ق.، حاتمی، ع. و ناصری، ر. ۱۳۹۲. تجزیه رشد شش هیبرید ذرت در شرایط تنش خشکی. نشریه علمی-پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۷(۲۶): ۱۹۶-۱۸۱.

نبی پور، م.، خامدی، ن.، خامدی، ف.، ماهرخ، ع.، داونی، د.، نصیری، م.، احمد پور، س. ر. و سیاحی، ن. ۱۳۹۲. انتقال شیره پرورده گیاه. انتشارات واصف لاهیجی.

نصراله‌زاده اصل، و.، شیری، م. ر.، محرم‌نژاد، س.، یوسفی، م. و باغبانی، ف. ۱۳۹۵. تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات زراعی و بیوشیمیایی سه هیبرید ذرت (Zea mays L) . فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۸ (۳۲): ۳۳ -۲۱.

Adiloglu, A., Talian, D. D., Abin, S., Davison, D. and Petersen, J. L. 2012. The Effect of Boron (B) Application on the growth and nutrient contents of maize in zinc (Zn) deficient soils. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 2: 1-4.

Ashraf, M. and Foolad, M. R. 2007. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany. 59: 206–216.

Dayal, V., Dubey, A. K., Singh, S. K., Sharma, R. M., Dahuja, A. and Kaur, C. 2016. Growth, yield and physiology of mango cultivars as affected by polyembryonic rootstocks. Science Horticulture. 166: 186-197.

Doorenbos, J. and Kassam, A. H. 1979. Yield response to water. FAO, Irrigation and drainage paper, No. 33, FAO, Rome, Pp: 1-57.

Emeadeas, G. O., Banziger M. and Ribaut, T. M. 2000. Maize improvement for drought limited environments. In: Physiological Basis for Maize Improvement, pp: 75–111. Food Products Press, New York.

Farahani, H. and Smith, W. B. 2014. Irrigation making the case for irrigated corn. Clemson University Cooperative Extension. Available online at: http://www.clemson.edu/corn.html.

Liu, J., Zehnder, A. J. B. and Yang, H. 2008. Drops for crops: modeling crop water productivity on a global scale. Global NEST Journal. 10(3): 295-300.

SAS Institute. 2004. SAS/STAT user's guide. Release. Release 9.0. 4th ed. Statistical Analysis Institute, Cary, NC.

Shalhevet, J. 1994. Using water of marginal quality for crop production: major issues. Agricultural Water Management. Volume 25, Issue 3: 233-269.

USDA1. 2010. Agricultural statistics 2010 - National Agricultural Statistics. https://www.nass.usda.gov/Publications/Ag_Statistics/2010/2010.pdf. Agricultural Statistics, 2010 was prepared under the direction of Rich ... Page address is http://www.usda.gov/ and the NASS Home Page.

Van Heerden, P. D. R. and Laurie, R. 2008. Effects of prolonged restriction in water supply on photosynthesis, shoot development and storage root yield in sweet potato. Physiologia Plantarum. 134 (1): 99-109.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No.5, Vol. 16, Dec.-Jan. 2022, p. 1171-1181

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۶، آذر - دی ۱۴۰۱، ص. ۱۱۸۱-۱۱۷۱

Study of Yield, Yield components and Some Morphological Responses of Corn New Hybrids under Irrigation Volumes

A.R. Saberi *[1], A.R. kiyani [2]
Recived: Jul.27, 2022 Accepted: Sep.20, 2022

Abstract

In order to investigate the effect of irrigation volumes under drip irrigation condition on grain yield and morphological parameters of corn cultivars, an experiment was conducted during 2018 and 2019 in Gorgan agricultural research station. The experiment was laid out in a randomized complete block design in form of split plot factorial experiment and replicated three times. Treatments were including three irrigation volumes [Irrigation at %100 (I1), %75 (I2) and %50 field capacity (I3)], as A factor, and varieties (SC704, SC705 and SC706) as B factor. The results of analysis varians showed that; effects of irrigation treatments on yield and yield components was significant at %1 probablity and the difference between Varieties was significant at %1 probablity, but intraction effects of two treatments on yield and yield components was not significant. Investigation of grain yield at irrigation treatment showed, the highest yield of I1 treatment was 7.85 ton ha^{-1}, and reduced by %15.03 and %29.68 respectively when the irrigation interval was reduced by 75% to %50 field capacity. Comparison of grain yield at varieties showed, yield of single cross 706 with 7.03 ton ha^{-1} was%12.84 and %3.68 higher than single cross 704 and single cross 705 respectively. Interaction effect of irrigation value and variety showed, the most grain production was belong treatment of single cross 706 and irrigation at %100 field capacity. Investigation of WUE of showed, irrigation at %75 field capacity and single cross 706 with WUE of 1.15 kg m^{-3} grain yield had the most WUE compared to other irrigation treatments and varieties. With dimitation of irrigation, plant height and ear length also decreased.

Keywords: Corn cultivars, Irrigation, Plant height, Volome of irrigation, Water use efficiency

1- Assistant Professor, Agronomy and Garden Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran
2 - Professor Engineering and technical research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran
(*-Corresponding Author Email: alireza_sa70@yahoo.com)