



دانشگاه گیلان
دانشکده علوم کشاورزی

تحقیقات غلات

دوره هفتم / شماره اول / بهار ۱۳۹۶ (۸۳-۶۷)

بررسی عملکرد و برخی ویژگی‌های زراعی هیبریدهای تجاری ذرت (*Zea mays L.*) در شرایط کم‌آبیاری در منطقه کرمانشاه

فرهاد صادقی*

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۸

تاریخ دریافت: ۹۴/۶/۲۴

چکیده

به‌منظور بررسی تحمل به تنش کم‌آبی و افزایش بهره‌وری آب در هیبریدهای ذرت دانه‌ای، هشت هیبرید ذرت (KSC704, KSC400, KSC500, KSC670, KSC647, KSC700, KSC703, KSC705) در سه آزمایش جداگانه هر یک تحت یک رژیم آبیاری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام‌آباد غرب، استان کرمانشاه، طی سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ مورد مطالعه قرار گرفتند. مقدار آب در آزمایش اول برابر با ۱۰۰ درصد، در آزمایش دوم ۸۵ درصد و در آزمایش سوم ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه ذرت در شرایط ایستگاه اسلام‌آباد در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال و هیبرید برای تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک و عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. بیشترین تعداد ردیف دانه در بلال با متوسط ۱۸/۱ ردیف به رقم KSC500، بیشترین تعداد دانه در ردیف با ۳۶/۹ دانه به رقم KSC705 و بیشترین طول دانه با ۱۲/۸ میلی‌متر به KSC700 تحت تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی تعلق داشت. بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه به‌میزان ۱۲/۳ و ۸/۶ تن در هکتار به‌ترتیب تحت شرایط ۱۰۰ و ۷۰ درصد نیاز آبی ذرت به‌دست آمد. نتایج نشان داد که عملکرد دانه ذرت تحت شرایط آبیاری بهینه به اندازه ۱۱۲/۸۴ و ۱۴۳/۰۲ درصد به‌ترتیب نسبت به شرایط ۸۵ درصد و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه افزایش یافت. هیبریدها برای بیشتر صفات مطالعه شده تفاوت آماری معنی‌داری نشان دادند. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که کشت ذرت در شرایط تامین ۷۰ درصد نیاز آبی قابل پیشنهاد نیست، اما با یک مدیریت درست و کارا و با تامین ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه در شرایط اقلیمی مناطق معتدل استان کرمانشاه می‌توان عملکرد دانه مناسبی تولید کرد. بهترین هیبریدها در شرایط این آزمایش، هیبریدهای KSC500، KSC647، KSC700 و KSC705 بودند که به‌همراه رقم شاهد (KSC704) برای کشت در منطقه کرمانشاه پیشنهاد می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، بهره‌وری آب، عملکرد و اجزای عملکرد، نیاز آبی

۱- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
* نویسنده مسئول: fsadeghi40@yahoo.com

مقدمه

کمبود منابع آبی و اصلاح روش‌های آبیاری در کشاورزی نوین و توسعه یافته‌ی امروزی دو مقوله فوق‌العاده مهم و جدا از هم هستند که با توجه ارزش تولید محصولات و برآورد نیاز غذایی انسان‌ها باید مورد توجه قرار گیرند. هر روز تقاضا برای غذا و تولیدات کشاورزی بیشتر می‌شود. از طرفی منابع طبیعی محدود و حفظ و نگهداری آن به منظور بقای هر چه بیشتر موجودات کره زمین اهمیت خیلی زیادی دارد. در این میان مهمترین آنها تدوین و تبیین مدل بهینه‌ای از مصرف آب و کود در کشاورزی است (Lamm et al., 2011). استان کرمانشاه با داشتن دشت‌های وسیع و حاصلخیز، شرایط مناسبی برای کشت محصولات زراعی از جمله ذرت را دارد. اما این منطقه جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک و با متوسط بارش ۴۰۰ میلی‌متر در سال می‌باشد. بیشتر کشاورزان به منظور آبیاری مزارع ذرت از آب‌های زیرزمینی استفاده می‌نمایند. از طرفی سطح آب‌های زیرزمینی در سال‌های اخیر به علت کاهش نزولات جوی و استفاده بی‌رویه کاهش یافته، بنابراین ضرورت دارد در خصوص تغییر الگوی کشت محصولات تابستانه برنامه‌ریزی‌های درستی انجام شود (Jihad-e-Agriculture, 2012).

خشکی یکی از مهم‌ترین و معمول‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان در دنیا است. ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف در مقابل تنش خشکی واکنش‌های متفاوتی از خود بروز می‌دهند (Bannayan et al., 2008). کوپر و همکاران (Cooper et al., 2006) گزارش کردند که ظرفیت و توانایی تولید ژنوتیپ‌های مختلف ذرت با توجه ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک آن‌ها در مقابل تنش خشکی متفاوت است. گیاه ذرت در مراحل مختلف رشد و نمو نیاز به مقادیر متفاوتی آب دارد. ذرت از لحاظ کارایی مصرف آب در مقایسه با سایر گیاهان زراعی چهار کربنه بیشترین حساسیت را به تنش رطوبتی دارد (Lauer, 2003). اثر کم‌آبی در گیاه ذرت به صورت علائم مشخصی نمایان می‌شود. این علائم‌ها به صورت کاهش ارتفاع بوته و طول ریشه، تاخیر در رسیدن گیاه، کاهش سطح برگ، تولید دانه و زیست‌توده مشاهده می‌شوند (Cakir, 2004). اساس تحمل به خشکی در گیاه به ویژگی‌های متعدد مورفولوژیک و فیزیولوژیک بستگی دارد. صفات مورفولوژیک همبسته با تحمل به خشکی شامل زودرسی، شکل، اندازه و ساختار روزنه، اندازه، تعداد و

جهت برگ‌ها، وجود کوتیکول، واکنش بودن ساقه یا پهنک برگ و الگوی ریشه‌دهی و صفات فیزیولوژیک نیز شامل سرعت فتوسنتز، سرعت تعرق، غلظت اسمزی و غیره می‌باشند که در ژنوتیپ‌های مختلف به‌علت پلی‌ژنتیک بودن این صفات متفاوت است (Hirich, et al., 2012). سانگ و همکاران (Song et al., 2010)، مصطفوی و همکاران (Mostafavi et al., 2011) و ضرابی و همکاران (Zarabi et al., 2011) گزارش کردند که تنش خشکی به‌طور میانگین ۱۷ درصد از عملکرد سالانه ذرت دانه‌ای را در جهان کاهش می‌دهد. حتی در بعضی از سال‌ها این کاهش در مناطق خشک به بیش از ۷۰ درصد نیز می‌رسد. هرور و جانسون (Herero and Johnson, 1981) گزارش کردند که بیشترین حساسیت به تنش خشکی در چرخه زندگی گیاه ذرت در مرحله نمو و باروری گلچه‌ها رخ می‌دهد. تاثیر تنش خشکی نه تنها باعث عدم هم‌زمانی ظهور دانه‌گرده و گل‌آبریش می‌شود، بلکه مانع توانایی گیاه برای گلدهی، پخش دانه‌گرده، کاهش دوره زندگی دانه‌گرده و کاهش تلقیح و دانه‌بندی بلال می‌شود. مشعل و همکاران (Masheal et al., 2008) در بررسی بهینه‌سازی عمق آب مصرفی ذرت با روش‌های کم‌آبیاری در دشت ورامین روی رقم ذرت سینگل‌کراس ۷۰۴ نتیجه گرفتند که در آبیاری کامل معادل ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه بیشترین محصول علوفه (۷۷/۳۶۰ تن در هکتار) به‌دست آمده است.

با توجه به واکنش متفاوت ارقام مختلف ذرت به تنش کم‌آبی، این تحقیق به‌منظور افزایش راندمان مصرف آب و عملکرد دانه ذرت انجام شد. هدف از این مطالعه، شناسایی ارقام ذرت متحمل به تنش کم‌آبی بین گروه‌های مختلف رسیدگی در شرایط آب و هوایی منطقه معتدل و نیمه‌خشک استان کرمانشاه بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی واکنش هیبریدهای ذرت نسبت به تنش کم‌آبی از مرحله رشد سریع گیاه ذرت (۸-۷ برگی) تا یک هفته قبل از مرحله رسیدن فیزیولوژیک گیاه، این تحقیق با استفاده از ارقام تجاری ذرت دانه‌ای (KSC 704, KSC 705, KSC 703, KSC 700, KSC 647, KSC 670, KSC 500, KSC 400) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در سه آزمایش جداگانه در ایستگاه تحقیقاتی اسلام‌آباد غرب طی دو سال

افزوده شود. مقدار آب مورد نیاز هر آزمایش بر اساس معادله FAO و تبخیر استاندارد پان و با توجه به داده‌های هواشناسی ۱۰ روزه در ایستگاه، از طریق نرم‌افزار OPTIWAT برآورد و در مجموع برای تیمارهای ۱۰۰، ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی ذرت به‌ترتیب برابر با ۹۵۰۰، ۸۰۷۵ و ۶۶۵۰ متر مکعب در هکتار تعیین شد (Penman, 1948; FAO, 2008). برای این منظور یک سری فاکتورها از تاریخ کاشت، طول و عرض جغرافیایی، مرحله رشد گیاه ذرت، ضریب گیاهی ذرت و سایر عوامل از طریق داده‌های هواشناسی ایستگاه (جدول ۱) یعنی دمای بیشینه، کمینه و تبخیر در نرم‌افزار یاد شده وارد شد و مقدار مناسب آب در هر دور آبیاری برای مزرعه ذرت در شرایط ایستگاه به‌دست آمد. با استفاده از تناسب نسبت به مقدار ۱۰۰ درصد آب مورد نیاز ذرت، مقادیر ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه ذرت نیز برآورد شد.

زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ انجام شد. آزمایش اول با ۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت، آزمایش دوم با ۸۵ درصد و آزمایش سوم با ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه ذرت انجام شد. کاشت ارقام در پنجم اردیبهشت ماه هر سال انجام شد. پس از کاشت، گیاهان به روش آبیاری بارانی آبیاری شدند و به منظور شکستن سله و به‌دست آوردن سطح سبز یکنواخت، آبیاری دوم با فاصله پنج روز از آبیاری اول انجام شد. آبیاری سوم نیز با فاصله ۱۷ روز از آبیاری دوم به منظور صرفه‌جویی در مصرف آب و نفوذ هر چه بیشتر ریشه به عمق خاک انجام شد. اعمال تیمارهای آبیاری در مرحله ۷ تا ۸ برگ شروع و تا یک هفته قبل از مرحله رسیدن فیزیولوژیکی گیاه ذرت ادامه یافت. روش آبیاری به‌صورت جوی پشته‌ای (نشتی) و با نصب کنتور حجمی در خروجی لوله آب برای هر آزمایش بود. جوی اصلی در ابتدای هر آزمایش با نایلون پوشانیده شد تا از هدر رفتن آب و کاهش راندمان آب جلوگیری و بر دقت اجرای طرح

جدول ۱- آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقاتی اسلام‌آباد غرب برای اردیبهشت تا مهر سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

Table 1. Meteorological data for Eslam-Abad Agriculture Research Station for Apr. to Dec. 2013 and 2014

Month	ماه	بارندگی (میلی‌متر)		میانگین کمینه (سلسیوس)		میانگین بیشینه (سلسیوس)	
		Rainfall (mm)		Minimum Temperature (°C)		Maximum Temperature (°C)	
		2013	2014	2013	2014	2013	2014
April- May	اردیبهشت	49.5	6.8	21.3	25	14.3	8.3
May- June	خرداد	0.3	3.7	30.6	31.2	10.7	10.8
June- July	تیر	0	0	36.6	36.7	14.8	15.5
July- August	مرداد	0	1.2	36.5	37.3	14.3	15.9
August-September	شهریور	0	0	33.3	34.3	11.2	13
September- December	مهر	0	40.9	26.4	25.5	4.8	8.2

عملیات دیسک مصرف شد و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره از منبع نیترات آمونیم که در مراحل آبیاری دوم، رشد سریع گیاه و قبل از ظهور گل تاجی به صورت تقسیم شده و به صورت سرک در مزرعه مصرف شد (جدول ۲). به منظور مهار علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ از علف‌کش اردیکان قبل از کاشت استفاده شد. جهت کنترل آفات مکنده و پروانه‌ای در مرحله ۵-۸ برگگی از حشره‌کش‌های متاسیتوکس و زلون استفاده شد.

مشخصات هر کرت آزمایشی شامل چهار خط به طول ۶ متر و تراکم بوته برای ارقام دیررس، متوسط‌رس و زودرس به ترتیب برابر با ۷۰۱۷۵ و ۷۶۱۹۰ و ۸۰۸۰۸ بوته در هکتار بود (Sadeghi and Choukan, 2008). لذا فاصله بوته روی خط به‌ترتیب ۱۹، ۱۷/۵ و ۱۶/۵ سانتی‌متر در فاصله‌ی خطوط ۷۵ سانتی‌متر بود. توصیه‌ی کودی با توجه به نتیجه آزمون خاک برابر ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات از منبع فسفات آمونیم که همراه با

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی خاک محل آزمایش در ایستگاه اسلام‌آباد

Table 2. Chemical properties of soil in Islamabad station

سال Year	کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	میلی‌گرم بر کیلوگرم (mg.kg ⁻¹)								اسیدیته pH	بافت خاک Soil texture
		فسفر P	پتاسیم K	ازت کل N	منیریم Mg	منگنز Mn	آهن Fe	روی Zn	بر Br		
2013	1.00	13.0	550	0.17	660	13.8	8.30	1.12	0.9	7.56	Silty clay loam
2014	0.90	10.2	395	0.12	463	9.2	5.42	1.03	0.8	7.60	Silty clay loam

ارتفاع بوته و بلال و قطر ساقه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثر تیمار مصرف ۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت برای صفات ارتفاع بوته، بلال و قطر ساقه به ترتیب با ۲۰۴/۷، ۱۰۵/۳ سانتی‌متر و ۲۲/۴ میلی‌متر نسبت به دو تیمار آبیاری دیگر برتری داشت. اثر تیمار ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه ذرت بر صفات یاد شده به ترتیب برابر با ۱۹۰/۴، ۹۷/۹ سانتی‌متر و ۱۹/۴ میلی‌متر بود که نشان از ضعیف شدن شاخ و برگ بوته بر اثر تنش رطوبتی است. وضعیت صفات ارتفاع بوته، بلال و قطر ساقه در شرایط تیمار ۸۵ درصد نیاز آبی به ترتیب با ۱۹۹/۶، ۱۰۰/۹ سانتی‌متر و ۲۱/۲ میلی‌متر که نسبت به تیمار ۷۰ درصد تامین نیاز آبی برتری نشان داد. نزدیکی اندازه‌های صفات یاد شده در شرایط تیمار ۸۵ درصد نیاز آبی به تیمار ۱۰۰ درصد تامین نیاز آبی گیاه ذرت و فاصله بیشتر اندازه صفات یاد شده در تیمار ۸۵ درصد تامین نیاز آبی در مقایسه با تیمار ۷۰ درصد نیاز آبی نشان از خسارت بیشتر تنش رطوبتی شدیدتر در مزارع ذرت است. از این رو با توجه به شرایط تابش نور آفتاب، دما و نوع خاک منطقه تحمل ارقام ذرت در شرایط تنش متوسط (تامین ۸۵ درصد نیاز آبی) برای تولید محصول بیشتر بسیار برتر از تیمار ۷۰ درصد بود (جدول ۴).

همبستگی صفت ارتفاع بوته با صفات تعداد روز تا ظهور گل‌تاجی، تعداد دانه در ردیف، عمق دانه و عملکرد دانه به ترتیب با ۰/۷۰۳، ۰/۷۷۳، ۰/۷۹۵ و ۰/۷۵۳ نشان از همبستگی مثبت و معنی‌دار این صفت با صفات مهم اجزای عملکرد دانه بود. با توجه به کاهش شاخ و برگ بوته ذرت و به عبارتی کاهش سطح برگ و عمل فتوسنتز در شرایط تیمار ۷۰ درصد نیاز آبی، محصول دانه ذرت کاهش بیشتری داشت (جدول ۷). این نتیجه با نتایج به‌دست آمده توسط کاکر (Cakir, 2004) همخوانی دارد.

در طول فصل زراعی صفات تعداد روز تا زمانی که ۵۰ درصد از بوته‌های هر کرت به مرحله ظهور گل‌تاجی، گل‌بریشمی و رسیدن فیزیولوژیک رسیدند، یادداشت‌برداری شد. قطر ساقه، ارتفاع بوته و بلال در هر کرت آزمایشی بر اساس اندازه‌گیری ۵ بوته تصادفی در دو خط وسط هر کرت با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای کرت‌ها انجام شد. پس از برداشت محصول نیز صفات تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه در بلال، عمق دانه (قطر بلال منهای قطر چوب بلال تقسیم بر ۲)، رطوبت دانه، درصد چوب بلال و وزن هزار دانه از طریق اندازه‌گیری ۱۰ بلال تصادفی در هر کرت اندازه‌گیری شد. محصول بلال دو خط وسط با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت برداشت و توزین شد. همزمان درصد چوب بلال و رطوبت دانه تعیین و بر اساس رابطه (۱) عملکرد دانه در هر کرت آزمایشی بر حسب تن در هکتار تعیین شد. در سال دوم عملیات تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین‌ها (آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد) انجام شد. تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS Statistics ver. 18 و MSTATC انجام شد.

$$Y = E - W = \frac{G(100 - P)}{100 - 14} \quad (1)$$

که در آن، Y عملکرد دانه با رطوبت ۱۴ درصد، E وزن بلال، W وزن چوب بلال، G وزن دانه با رطوبت موجود و P درصد رطوبت دانه است.

نتایج و بحث

صفات ارتفاع بوته بلال و قطر ساقه

تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال برای صفت ارتفاع بلال در سطح احتمال یک درصد و اثر هیبرید برای صفت ارتفاع بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود، در حالی که سطوح مختلف آبیاری اثر معنی‌داری بر صفات قطر ساقه، ارتفاع بوته و بلال نداشتند. برهمکنش‌های سال × هیبرید برای صفات

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب صفات اندازه‌گیری شده ذرت در دو سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲

Table 3. Combined analysis of variance of the measured traits of corn in two years, 2013-2014

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع بلال Ear height	روز تا ظهور گل تاجی Days to tasseling	روز تا ظهور کاکل Days to silking	روز تا رسیدگی Days to maturity	قطر ساقه Stem diameter	تعداد ردیف دانه No. of row per ear	تعداد دانه در ردیف No. of grain per row	عمق دانه Grain depth	وزن هزار دانه 1000-grain weight	رطوبت دانه Grain moisture	عملکرد دانه Grain yield
سال Year (Y)	1	33.67 ^{ns}	4038.22 ^{**}	13.37 ^{ns}	5.33 ^{ns}	16.33 [*]	0.12 ^{ns}	4.08 ^{ns}	605.39 ^{**}	19.04 ^{**}	383.71 ^{**}	776.02 ^{**}	40.70 [*]
تکرار درون سال Replication (R) / Y	4	147.68	63.77	7.02	10.57	10.32	10.12	4.74	19.04	0.13	5.72	19.52	2.18
آبیاری Irrigation (I)	2	1898.05 ^{ns}	492.52 ^{ns}	8.41 ^{ns}	5.13 ^{ns}	41.46 [*]	82.00 ^{ns}	3.94 ^{ns}	35.90 ^{ns}	0.48 ^{ns}	121.06 ^{ns}	2.987 ^{ns}	126.80 ^{ns}
سال×آبیاری Y×I	2	735.03 ^{**}	470.52 ^{**}	7.29 ^{ns}	23.25 ^{**}	2.03 ^{ns}	20.07 [*]	4.88 ^{ns}	24.74 ^{ns}	1.28 [*]	30.17 ^{ns}	4.206 ^{ns}	10.35 ^{**}
تکرار×آبیاری درون سال R×I / Y	8	46.02	34.79	5.74	4.51	4.505	4.042	3.722	17.746	0.45	7.481	2.75	0.68
هیبرید Hybrid (H)	7	1093.40 [*]	223.61 ^{ns}	7.47 ^{ns}	7.46 ^{ns}	45.33 ^{**}	1.40 ^{ns}	21.80 ^{ns}	17.61 ^{ns}	1.11 ^{ns}	44.42 [*]	5.66 ^{ns}	7.05 [*]
سال×هیبرید Y×H	7	294.31 ^{**}	202.92 ^{**}	2.70 ^{ns}	3.64 [*]	1.60 ^{ns}	8.64 ^{**}	15.71 [*]	5.66 ^{ns}	0.91 ^{ns}	9.36 ^{ns}	12.189 [*]	2.04 [*]
آبیاری×هیبرید I×H	14	39.55 ^{ns}	25.00 ^{ns}	2.05 ^{ns}	2.46 ^{ns}	6.85 ^{**}	2.19 ^{ns}	6.30 ^{ns}	9.08 ^{ns}	0.22 ^{ns}	15.97 ^{**}	2.05 ^{ns}	1.62 ^{ns}
سال×آبیاری×هیبرید Y×I×H	14	20.82 ^{ns}	37.38 ^{ns}	2.55 ^{ns}	2.93 [*]	0.69 ^{ns}	1.81 ^{ns}	3.75 ^{ns}	10.64 ^{ns}	0.35 ^{ns}	2.51 ^{ns}	2.71 ^{ns}	1.12 ^{ns}
خطای آزمایش Error	56	40.16	17.35	1.11	1.16	3.52	1.30	3.49	13.98	0.38	10.44	3.30	0.75
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		3.20%	4.11%	1.56%	1.56	1.34%	5.44%	11.31%	10.38%	5.13%	10.28%	12.07%	8.22%

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

ns, * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر سال و آبیاری بر صفات اندازه‌گیری شده هیبریدهای ذرت مورد مطالعه

Table 4. Mean comparison of the effect of year and irrigation on the measured traits in maize hybrids

تیمار Treats	ارتفاع بوته Plant height (cm)	ارتفاع بلال Ear height (cm)	روز تا ظهور گل تاجی Days to tasseling	روز تا ظهور کاکل Days to silking	روز تا رسیدگی Days to maturity	قطر ساقه Stem diameter (mm)	تعداد ردیف دانه No. of row per ear	تعداد دانه در ردیف No. of grain per row	عمق دانه Grain depth (mm)	وزن هزار دانه 1000-grain weight (g)	رطوبت دانه Grain moisture (%)	عملکرد دانه Grain yield (t.ha ⁻¹)
2013	198.8	107.5 A	67.0 A	69.1 A	139.3 A	20.9 A	16.7 A	33.7 B	12.6 A	333 A	17.2 A	11.2 A
2014	197.7	95.3 B	67.6 A	69.5 A	140.1 A	21.0 A	16.1 A	38.4 A	11.7 B	296 B	12.4 B	10.0 B
LSD _{5%}	6.54	4.20	1.43	1.70	1.70	1.70	1.10	2.30	0.18	12.0	2.40	0.79
I ₁	190.4 C	97.9 B	66.8 A	69.0 A	140.8 A	19.42 C	16.4 A	35.0 B	12.1 A	295 C	15.1 A	8.6 C
I ₂	199.6 B	100.9 B	66.6 A	69.6 A	139.6 B	21.2 B	16.4 A	36.0 B	12.2 A	316 B	14.8 A	10.9 B
I ₃	204.7 A	105.3 A	67.7 A	69.4 A	138.7 B	22.4 A	16.7 A	37.2 A	12.2 A	332 A	15.2 A	12.3 A
LSD _{5%}	3.60	3.20	1.30	1.20	1.15	1.10	1.00	2.20	0.30	14.0	0.90	0.44

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند. I₁، I₂ و I₃ به ترتیب میزان آبیاری بر اساس ۷۰، ۸۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه هستند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability level. I₁, I₂ and I₃ are irrigation based on 70%, 85% and 100% of the plant water requirement, respectively.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های بین هیبریدهای ذرت مورد مطالعه از نظر صفات اندازه‌گیری شده

Table 5. Mean comparison among corn hybrids for the measured traits

هیبرید Hybrid	ارتفاع بوته Plant height (cm)	ارتفاع بلال Ear height (cm)	روز تا ظهور گل تاجی Days to tasseling	روز تا ظهور کاکل Days to silking	روز تا رسیدگی Days to maturity	قطر ساقه Stem diameter (mm)	تعداد ردیف دانه No. of row per ear	تعداد دانه در ردیف No. of grain per row	عمق دانه Grain depth (mm)	وزن هزار دانه 1000-grain weight (g)	رطوبت دانه Grain moisture (%)	عملکرد دانه Grain yield (t.ha ⁻¹)
KSC704	204.6 AB	103.5 B	68.4 B	70.3 A	142.4 A	21.4 A	15.8 CD	36.5 AB	12.3 AB	321 A	15.5 BC	10.5 B
KSC705	194.8 C	101.5 BC	67.9 BC	69.8 B	141.9 AB	21.1 AB	16.7 BC	36.9 A	12.3 AB	323 A	15.7 BC	10.9 AB
KSC700	190.4 C	108.6 A	69.9 A	69.9 B	141.7 AB	21.5 A	17.9 AB	33.9 B	12.8 A	345 AB	18.8 A	11.23 A
KSC647	206.6 A	103.3 B	67.4 BC	69.5 BC	139.0 B	20.7 B	17.5 AB	34.6 AB	12.5 AB	310 AB	14.7 C	11.1 AB
KSC670	193.7 BC	104.4 B	68.1 AB	68.1 D	138.2 BC	19.9 C	14.3 C	34.54 B	11.9 BC	351 A	17.3 AB	10.7 B
KSC703	196.1 C	98.7 C	67.0 C	68.9 CD	138.9 B	20.9 AB	14.8 D	36.4 AB	11.8 C	334 A	15.1 BC	10.9 AB
KSC500	201.9 B	105.6 B	66.9 C	68.8 CD	138.3 BC	20.8 AB	18.1 A	35.0 AB	12.0 BC	288 B	14.1 C	10.4 BC
KSC400	185.5 D	95.8 D	66.7 C	68.6 C	137.6 C	21.0 AB	16.4 BC	36.8 AB	12.1 ABC	310 AB	15.2 BC	9.9 C
LSD _{5%}	4.22	2.77	0.69	0.71	1.24	0.76	1.24	2.48	0.411	2.15	1.211	0.57

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability level.

نتیجه این بررسی نشان داد که در شرایط تامین ۷۰ درصد نیاز آبی ذرت، ارقام از تولید علوفه مناسبی برخوردار نخواهند بود. اما در شرایط تیمار ۸۵ درصد نیاز آبی تولید علوفه مناسب است. ضرابی و همکاران (Zarabi *et al.*, 2011)، مصطفوی و همکاران (Mostafavi *et al.*, 2011) و سانگ و همکاران (Song *et al.*, 2010) گزارش نمودند که سطح برگ بوته‌ی ذرت تحت تاثیر تنش خشکی بسته به شدت و طول دوره تنش کاهش نشان می‌دهد، اما به نظر می‌رسد تعداد نهایی برگ‌ها کمتر تحت تاثیر تنش قرار گیرد. همچنین کاکر (Cakir, 2004) گزارش نمود، اثر کم‌آبی در گیاه ذرت به صورت علائم مشخصی نمایان می‌شود، این علامت‌ها به صورت کاهش رشد گیاه، کاهش ارتفاع بوته و طول ریشه، تاخیر در رسیدن گیاه، کاهش تولید دانه و زیست‌توده گیاه، کاهش سطح برگ و غیره نمایان می‌شود.

صفات تعداد روز تا ظهور گل تاجی، کاکل و رسیدن فیزیولوژیک

نتیجه تجزیه واریانس مرکب برای صفات یاد شده نشان داد که اثر سال و آبیاری برای صفت تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اثر هیبرید و برهمکنش آبیاری × هیبرید نیز برای این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. برهمکنش‌های سال × آبیاری در سطح احتمال یک درصد و سال × هیبرید و سال × آبیاری × هیبرید برای صفت تعداد روز تا ظهور گل ابریشمی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

آبیاری روی صفات تعداد روز تا ظهور گل تاجی و کاکل تاثیری نداشت، اما روی تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژیک تاثیر متفاوتی نشان داد. بیشترین تعداد روز تا رسیدن به تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی ذرت با ۱۴۰/۸ روز و کمترین تعداد روز تا رسیدن به تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت با ۱۳۸/۷ روز تعلق داشت (جدول ۴). از این‌رو می‌توان نتیجه گرفت که تنش رطوبتی باعث اختلال در دوره رشد و نمو گیاه ذرت می‌شود. از طرفی باعث عدم همزمانی در ظهور دانه‌گرده، ظهور کاکل، تاخیر در رشد رویشی و زایشی و رسیدن مزرعه ذرت می‌شود.

اثر رقم بر صفات بسیار متفاوت بود و دامنه عددهای به‌دست آمده برای صفات ارتفاع بوته، بلال و قطر ساقه به‌ترتیب (۲۰۶/۶ و ۱۸۵/۵)، (۱۰۸/۶ و ۹۵/۸) سانتی‌متر و (۲۱/۵ و ۱۹/۹) میلی‌متر بود. رقم KSC 647 دارای بیشترین مقدار ارتفاع بوته بود. این رقم در آزمایش‌های قبلی نیز از برتری و سازگاری خاصی در منطقه کرمانشاه برخوردار بود (Sadeghi, 2005). علاوه بر تولید دانه مناسب، به‌عنوان یک رقم علوفه‌ای دارای محصول علوفه‌ی بیشتری نیز می‌باشد، این رقم با توجه به زودرس‌تر بودن، نیاز به یک دور آبیاری کمتر دارد. رقم KSC 700 از ارتفاع بوته‌ی کمتری (۱۹۰/۴ سانتی‌متر) نسبت به بقیه ارقام برخوردار بود. اما دارای بیشترین ارتفاع بلال (۱۰۸/۶ سانتی‌متر) بود که نشان می‌دهد، استقرار و تشکیل بلال در این رقم در قسمت انتهایی بوته و یا به عبارتی در ناحیه‌ای باریک ساقه صورت می‌گیرد که در صورت وزش باد و بارش سنگین باران در اواخر فصل داشت مزرعه‌ی ذرت با توجه به سنگینی بلال امکان افتادگی و ورس بوته در مزرعه بسیار بالا است. سایر ارقام از هارمونی و هماهنگی ارتفاع بوته و بلال مناسبی برخوردار بودند (جدول ۵).

برهمکنش سطوح آبیاری × ارقام روی صفات ارتفاع بوته، بلال و قطر ساقه معنی‌داری بود. بیشترین ارتفاع بوته با ۲۱۱/۶ سانتی‌متر مربوط به رقم شاهد (KSC 704) و بیشترین ارتفاع بلال با ۱۱۱ سانتی‌متر به تیمارهای KSC 647 و KSC 500 در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کمترین ارتفاع بوته و بلال متعلق به تیمار KSC 400 × تیمار ۷۰ درصد نیاز آبی ذرت به‌ترتیب برابر با ۱۷۶/۶ و ۹۲ سانتی‌متر بود. بیشترین قطر ساقه با ۲۳/۲ میلی‌متر در تیمار KSC 705 در شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کمترین قطر ساقه با ۱۸/۴ میلی‌متر به تیمار KSC 500 در شرایط ۷۰ درصد نیاز آبی به‌دست آمد. (جدول ۶). تغییر ارتفاع بوته و بلال با توجه به سطوح مختلف آبیاری به‌ویژه در ارقام KSC 704 و KSC 700 کاملاً مشهود بود، به‌طوری‌که با افزایش مقدار آب مصرفی در مزرعه، صفات ارتفاع بوته و بلال در این ارقام افزایش یافتند، اما اختلاف ارتفاع و قطر بوته هیبریدها در تیمار ۱۰۰ و ۸۵ درصد نیاز آبی کمتر بود (جدول ۶). این دو صفت به‌منظور تولید علوفه ذرت بسیار تاثیرگذار هستند.

تعداد روز تا ظهور گل تاجی و گل ابریشمی به تیمار KSC 705 در سطح آبیاری ۸۰ درصد با (۶۸/۸) و (۷۰/۸) روز تعلق داشت. سایر تیمارها برای این دو صفت تفاوت زیادی با هم نداشتند، اما در شرایط تنش و آبیاری کمتر از نیاز گیاه ذرت اختلالات جزئی در فاصله ظهور دانه گرده و کاکل رخ داده است. بیشترین و کمترین تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژی نیز به تیمارهای KSC 704 در شرایط ۷۰ درصد نیاز آبی و KSC 400 در شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ترتیب با ۱۴۴ و ۱۳۷/۲ تعلق داشت. از طرفی در شرایط تنش، ارقام کمی دیرتر به مرحله رسیدن فیزیولوژیکی و یا دیررس تر شده‌اند. این تنش بیشتر شامل مرحله رشد زایشی و بعد از آن بود و کمتر مرحله رشد رویشی ارقام تحت تاثیر تنش رطوبتی قرار گرفته‌اند. بنابراین در شرایط تنش، ناهنجاری در تلقیح و طولانی شدن آن به مدت یک تا دو روز باعث دیررس شدن بعضی از ارقام مانند KSC 704, KSC 647 و KSC 670 به ترتیب با (۱۴۰/۵) روز تحت شرایط ۱۰۰ درصد و (۱۴۴/۷) روز تحت شرایط ۷۵ درصد آبیاری، (۱۳۷/۵) روز تحت شرایط ۱۰۰ درصد و (۱۴۰/۸) روز تحت شرایط ۷۵ درصد و (۱۳۷/۰) روز تحت شرایط ۱۰۰ درصد و (۱۴۰/۳) روز تحت شرایط ۷۵ درصد شده است. در سایر ارقام این تغییرات کمتر بود.

با افزایش مقدار آب در هر رقم بیشتر صفات اندازه-گیری شده افزایش داشتند، ولی صفت تعداد روز تا ظهور گل تاجی اثر معکوسی با مصرف مقادیر بیشتر آب نشان داد. در شرایط تنش و مصرف کمتر آب این صفت و صفت تعداد روز تا ظهور گل ابریشمی و تعداد روز تا رسیدن فیزیولوژی مزرعه افزایش نشان داد. اما در شرایط تامین آب ۱۰۰ درصد نیاز آبی این صفات کاهش یافتند، به طوری که ارقام تحت بررسی کمی زودرس تر شدند (جدول ۶). همبستگی بین تعداد روز تا ظهور گل تاجی با صفات رسیدن فیزیولوژیکی و وزن هزار دانه به ترتیب با ۰/۷۱۴ و ۰/۸۷۰ مثبت و معنی دار بود و تعداد روز تا ظهور کاکل نیز با رسیدن فیزیولوژیکی و قطر ساقه به ترتیب با ۰/۸۰۸ و ۰/۷۳۱ همبستگی مثبت

هرور و جانسون (Herero and Johnson, 1981) گزارش نمودند که بیشترین حساسیت به تنش خشکی در طول رویش گیاه ذرت در مرحله دو هفته قبل از ظهور اندام زایشی تا دو هفته پس از آن رخ می‌دهد. تاثیر تنش خشکی نه تنها باعث عدم هم‌زمانی ظهور دانه‌گرده و گل ابریشمی می‌شود، بلکه مانع توانایی گیاه برای گلدهی، پخش دانه‌گرده، کاهش دوره زندگی دانه‌گرده، کاهش تلقیح و دانه‌بندی بلال می‌شود. غیر هم زمان بودن گرده‌افشانی و خروج کاکل‌ها به علت کمبود رطوبت گیاه، یک مشکل عمده در کاهش یافتن تعداد دانه تشکیل شده در بلال (کچلی بلال) می‌باشد. تاثیر رقم روی صفات تعداد روز تا ظهور گل تاجی، کاکل و رسیدن فیزیولوژیکی بسیار متفاوت بود. با توجه به این که ارقام انتخابی از گروه‌های رسیدگی مختلفی (گروه دیررس، متوسط‌رس و زودرس) بودند. اما در شرایط این آزمایش تقریباً طول دوره رویش ارقام مساوی هم بود و از ۱۴۲/۴ برای ارقام دیررس تا ۱۳۷/۶ روز برای ارقام زودرس در نوسان بود. با توجه به دستاورد فوق در شرایط این آزمایش، تقسیم بندی ارقام تولیدی ذرت بر اساس تعداد روز تا رسیدن برای مناطق مختلف کشور مناسب نیست و اگر از درجه حرارت روز برای گروه‌بندی ارقام استفاده شود خیلی منطقی‌تر و مناسب‌تر خواهد بود. هر گروه ذرت از نظر رسیدن باید در حدود ۱۰ تا ۱۵ روز با هم اختلاف داشته باشند. اما جدول ۵ نشان داد که در شرایط این آزمایش و در دو سال اجرای پروژه بین ارقام دیررس (KSC 704, KSC 705, KSC 703 و KSC 700) با ارقام KSC 647 و KSC 670 فقط دو تا سه روز اختلاف وجود دارد و همین‌طور با ارقام KSC 500 و KSC 400 که در گروه زودرس تقسیم شده‌اند، نیز اختلاف در حدود سه تا چهار روز دیده شد که خود دلیل محکمی در استفاده از حرارت روز برای تعیین گروه‌های رسیدگی ذرت است. رقم KSC 647 از نظر طول دوره رسیدن با ۱۳۹ روز و با توجه به تولید محصول دانه و نیاز کمتر به آب از وضعیت مناسبی در استان کرمانشاه به عنوان یک رقم متحمل برخوردار است (جدول ۵).

برهمکنش سطوح آبیاری × هیبرید روی صفات تعداد روز تا ظهور گل تاجی، کاکل و رسیدن فیزیولوژیکی معنی دار بود. کمترین تعداد روز تا ظهور گل تاجی و ظهور گل ابریشمی به تیمار KSC 400 در سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ترتیب با (۶۷/۷ و ۶۵/۵) و بیشترین

اثر هیبریدها روی صفات اجزای عملکرد متفاوت بود و هیبریدهای KSC 647, KSC 705 و KSC 700 در کنار شاهد از نظر صفات تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، وزن هزار دانه و عمق دانه به ترتیب با ۱۶/۷، ۳۶/۹، ۱۲/۳ میلی‌متر و ۳۲۳ گرم، (۱۷/۵، ۳۴/۶، ۱۲/۵ میلی‌متر و ۳۱۰ گرم) و (۱۷/۹، ۳۳/۹، ۱۲/۸ میلی‌متر و ۳۴۵ گرم) نسبت به بقیه هیبریدها برتری نشان دادند (جدول ۵).

برهمکنش سطوح آبیاری × هیبرید نشان داد، تمام صفات اجزای عملکرد دارای تفاوت معنی‌داری بودند. بیشترین مقدار تعداد ردیف دانه در طی دو سال به هیبرید KSC 500 در شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی و ۸۵ درصد نیاز آبی با متوسط ۱۸/۵ ردیف و بیشترین تعداد دانه در ردیف به هیبرید KSC 400 در شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی با ۳۸/۷ دانه تعلق گرفت. بیشترین عمق و یا طول دانه (۱۲/۷ میلی‌متر) به هیبرید KSC 647 و کمترین طول دانه (۱۱/۵ میلی‌متر) به هیبرید KSC 500 در شرایط ۷۰ درصد تیز آبی تعلق داشت. بیشترین وزن هزار دانه با ۳۶۷ گرم به تیمار KSC 700 در شرایط ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کمترین وزن هزار دانه به تیمار KSC 500 در شرایط ۷۰ درصد نیاز آبی با ۲۶۳ گرم بدست آمد (جدول ۶). صفات تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه با عملکرد دانه به ترتیب با ۰/۸۳۹، ۰/۹۳۳ و ۰/۸۳۱ دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری بودند (جدول ۷). سپاس‌خواه و همکاران (Sepaskhah et al., 2006) و مسینا و همکاران (Messina et al., 2011) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

عملکرد دانه

تجزیه واریانس مرکب صفت عملکرد دانه نشان داد که اثر سال، هیبرید و برهمکنش سال × هیبرید در سطح احتمال پنج درصد و برهمکنش سال × آبیاری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار بود، اما اثر تیمارهای آبیاری روی عملکرد معنی‌دار نبود (جدول ۳). در شرایط تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت، مقدار تولید دانه ۱۲/۳ و برای تیمار ۸۵ درصد، تولید دانه ۱۰/۹ تن در هکتار بود. در حالی که در شرایط تیمار ۷۰ درصد عملکرد دانه به ۸/۶ تن در هکتار کاهش یافت.

و معنی‌داری نشان داد (جدول ۷). این نتیجه با نتایج به‌دست آمده توسط فروغی (Foroughi, 2006) همخوانی دارد.

صفات تعداد ردیف دانه، دانه در ردیف بلال، عمق دانه، وزن هزار دانه و رطوبت دانه

نتیجه تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر سال برای صفات تعداد دانه در ردیف، عمق دانه، وزن هزار دانه و رطوبت دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. برهمکنش سال در آبیاری برای صفت عمق دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. برهمکنش آبیاری × هیبرید، برای صفت وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

اثر سال روی صفات تعداد دانه در ردیف، عمق دانه و وزن هزار دانه معنی‌دار بود. در هر دو سال تعداد دانه تولیدی در بلال تقریباً برابر بود، اما وزن هزار دانه و عمق یا طول دانه در سال اول بهتر از سال دوم بود. بنابراین نتیجه گرفته می‌شود که زمین انتخابی و اثر آب و هوایی در سال اول نسبت به سال دوم تاثیر بهتری روی صفات یاد شده داشته است (جدول ۴).

اثر تیمار آبیاری روی صفات تعداد دانه در ردیف و وزن هزار دانه متفاوت و معنی‌دار بود. بیشترین تعداد ردیف دانه به رقم KSC 500 با متوسط ۱۸/۱ ردیف و بیشترین تعداد دانه در ردیف به رقم KSC 705 با ۳۶/۹ دانه تعلق گرفت. بیشترین عمق و یا به عبارتی طول دانه ذرت به ارقام KSC 700 و KSC 647 به ترتیب با ۱۲/۸ و ۱۲/۵ میلی‌متر و کمترین طول دانه نیز به ژنوتیپ KSC 703 با ۱۱/۸ میلی‌متر تعلق گرفت. کمترین درصد رطوبت دانه به ارقام KSC 500 و KSC 647 به ترتیب با ۱۴/۳ و ۱۴/۷ درصد تعلق داشت (جدول ۴). باید توجه شود که هر اندازه رطوبت دانه در زمان برداشت کمتر باشد، آن رقم مناسب‌تر است، چون برداشت دانه با رطوبت زیاد و نبود امکان کاهش رطوبت دانه در ۲۴ ساعت اول سیلو باعث فعالیت قارچ‌ها و به‌ویژه فارچ‌های گروه آسپرژیلوس و تولید سم آفلاتوکسین می‌شود که خسارت زیادی روی کیفیت محصول دانه ذرت ایجاد می‌کند.

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده تحت تاثیر برهم‌کنش آبیاری و رقم
Table 6. Comparison of the traits as affected by interaction irrigation and hybrid.

تیمار* Treatments*	ارتفاع بوته Plant height (cm)	ارتفاع بلال Ear height (cm)	روز تا ظهور گل تاجی Days to tasseling	روز تا ظهور کاکل Days to silking	روز تا رسیدگی Days to maturity	قطر ساقه Stem diameter (mm)	تعداد ردیف دانه No. of row per ear	تعداد دانه در ردیف No. of grain per row	عمق دانه Grain depth (mm)	وزن هزار دانه 1000-grain weight (g)	رطوبت دانه Grain moisture (%)	عملکرد دانه Grain yield (t.ha ⁻¹)
I ₁ H ₁	196.8EF	97.3F-H	68.5AB	70.8A	144.7A	20.6 B-C	15.6C-E	35.7BC	12.5AB	315B-D	15.8AB	8.5 EF
I ₁ H ₂	195.6 EF	93.7HI	67.3 B-F	68. C-E	141.3B-E	18.0 F	15.5 C-E	40.1A	12.1 AB	287C-E	12.1D	8.7 EF
I ₁ H ₃	201.1 EF	94.3 HI	67.0 B-F	68.7 C-E	141.3B-E	20.3 B-C	15.5 C-E	37.7 AB	11.7BC	321BC	13.8CD	9.9 DF
I ₁ H ₄	193.1FG	98.2F-H	66.0FG	68.2DE	140.8CD	19.7DE	14.8 E	35.8AB	11.7BC	328A-C	15.7BC	9.3 EF
I ₁ H ₅	174.5 F	105.6 B-E	67.00 B-F	69.7B-D	141.0C-E	20.4 B-C	17.7A-D	34.3 DE	12.4AB	305 BC	17.1A	7.4 I
I ₁ H ₆	185.0 GH	102.1 C-F	65.00 G	67.6 E	140.3 C-E	19.0 EF	14.2 E	34.0 DE	11.6 BC	334AB	15.5AB	8.7 FI
I ₁ H ₇	194.2 F	101.5C-F	66.3E-G	68.5C-E	139.3D-G	18.4 F	17.6A-D	33.7BC	11.7BC	263 E	13.6CD	8.2 FI
I ₁ H ₈	176.9 I	91.8 I	65.5 G	67.7 E	138.8D-H	19.6DE	15.2C-E	34.4DE	12.1BC	268 E	15.0BC	8.0 I
I ₂ H ₁	205.5B-D	105.4B-D	68.3A-C	70.2 AB	142.0BC	21.2B-D	17.0A-E	36.8AB	12.5AB	319B-D	14.4BC	10.6 DE
I ₂ H ₂	197.4 EF	92.4A-C	68.3 B-F	70.3 AB	143.7AB	20.9 BC	14.7D-F	39.9A	11.7BC	324AB	13.7CD	10.5 DE
I ₂ H ₃	191.7 FG	89.9 I	68.3 B-F	70.3 AB	139.3D-F	23.3A	15.1 C-E	38.8A	11.7BC	310B-D	12.1D	10.6 DE
I ₂ H ₄	194.3F	95.2 HI	67.3B-F	69.3B-D	138.3E-H	21.3B-D	14.4 E	37.5CD	11.9BC	326A-C	14.6BC	10.8DE
I ₂ H ₅	195.6 EF	109.2 AB	69.3A	71.3A	143.7AB	20.9 B-C	16.6 B-E	30.2CD	12.9A	363A	16.7AB	11.6 DE
I ₂ H ₆	197.0 EF	103.4 B-F	66.3 D-F	68.3 C-E	137.3 E-H	19.3 DE	13.8 F	36.2CD	12.1AB	342AB	15.0DC	10.9 EF
I ₂ H ₇	205.6B-D	104.5B-E	66.8D-F	68.8B-E	138.2E-H	21.3B-D	18.5AB	34.2CD	12.1BC	279 DE	14.0BC	11.1DE
I ₂ H ₈	186.2GH	95.6G-I	67.5A-D	69.2B-D	136.7H	21.7A-D	16.2B-E	37.5BC	11.9BC	332AB	15.1BC	9.8FG
I ₃ H ₁	211.6AB	108.0AB	68.3A-C	69.8A-C	140.5C-E	22.5AB	14.6 E	36.9BC	12.0BC	330AB	16.2AB	13.0B
I ₃ H ₂	204.2 B-D	97.0 D-H	68.3 A-C	70.0 AB	141.7A-D	23.2A	16.0 B-E	39.9A	11.3B	294BC	11.9D	13.0B
I ₃ H ₃	202.7 B-D	98.1 D-H	68.7 A-C	70.3 AB	138.0 EF	22.0AB	15.2 D-F	38.3AB	11.8BC	317BC	12.6CD	12.9BC
I ₃ H ₄	200.9D-F	102.8B-F	67.7A-E	69.3B-D	137.5F-H	21.7A-D	15.1 DE	35.9CD	11.9BC	347A	15.1AB	12.9BC
I ₃ H ₅	201.2 EF	111.0 A	67.3 B-F	68.6 C-E	140.3 C-E	23.2A	19.5A	37.1BC	12.9A	367A	16.5AB	14.6A
I ₃ H ₆	199.1 EF	107.5 AB	66.7 D-F	68.3 C-E	137.0 E-H	21.4BC	14.9 EF	33.4 E	12.1AB	376A	15.4BC	12.3 BC
I ₃ H ₇	205.9B-D	110.7A	67.5A-E	69.2B-D	137.5F-H	22.6AB	18.2AB	37.1BC	12.2BC	321B-D	14.8BC	12.2BC
I ₃ H ₈	193.3FG	99.9D-H	67.2B-F	68.8B-E	137.2GH	21.8 BC	17.6B-D	38.7AB	12.1BC	329A-C	15.6BC	11.9 DE
LSD _{5%}	7.31	4.80	1.21	1.21	2.16	1.32	2.15	1.52	0.71	37.3	2.09	1.00

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

*: I₁, I₂ و I₃ به ترتیب آبیاری بر اساس ۷۰، ۸۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و H₁ تا H₈ هیبریدهای ذرت به ترتیب شامل KSC704، KSC705، KSC703، KSC647، KSC700، KSC670، KSC500 و KSC400 هستند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability level.

*: I₁, I₂ and I₃ are irrigation based on 70%, 85% and 100% of the plant water requirement, respectively, and H₁ to H₈ are maize hybrids including KSC704, KSC705, KSC703, KSC647, KSC700, KSC670, KSC500 and KSC400, respectively.

شرایط این آزمایش از نظر طول دوره رسیدن فیزیولوژیک اختلاف خیلی کمی (۳ تا ۴ روز) با ارقام دیررس و متوسط‌رس داشتند. این اختلاف در دوره رسیدن بین ارقام زودرس و دیررس به کاهش یک دور آبیاری هم نمی‌انجامد. از این‌رو در این شرایط با توجه به ثبات و تولید بیشتر محصول دانه ذرت در هیبریدهای گروه متوسط‌رس و دیررس، پیشنهاد می‌شود از ارقام پرمحصول و دیررس یا متوسط‌رس استفاده شود (جدول ۵). بیشترین عملکرد دانه به تیمار KSC 700 × ۱۰۰ درصد نیاز آبی با ۱۴/۶ تن در هکتار تعلق داشت. ارقام KSC 703, KSC 705, KSC 704 و KSC 647 × تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ترتیب با ۱۳، ۱۳، ۱۲/۹ و ۱۲/۹ تن در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید کردند (جدول ۶). توسعه و تعیین ارقام پرمحصول، بهبود تحمل تنش و افزایش کارایی مصرف آب، به‌عنوان چالش بزرگ پیش‌روی محققان است (Peleg et al., 2011). در این راستا باید آزمایش‌های دقیقی با توجه به شرایط محیطی هر منطقه و ارقام زراعی انجام شود. در این تحقیق، برخی از هیبریدها در شرایط تامین آب مورد نیاز و برخی دیگر تحت شرایط تنش رطوبتی متوسط، برتری معنی‌داری از نظر عملکرد و اجزای عملکرد نسبت به هیبرید تجاری KSC704 داشتند.

در این آزمایش‌ها، مزرعه ذرت تحمل تنش کم آبی را تا حدود ۸۵ درصد تامین نیاز آبی ذرت با توان تولید دانه مناسب (به مقدار ۱/۴ تن در هکتار کاهش محصول نسبت به تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد) را دارا بود، اما در تنش بیشتر یا تامین ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه ذرت عملکرد دانه به مقدار ۲/۳ تن در هکتار نسبت به تیمار ۸۵ درصد نیاز آبی کاهش یافت (جدول ۴). با توجه به نتیجه به‌دست آمده در شرایط مناطق معتدله کرمانشاه، اگر کشاورزی توان تهیه ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه ذرت را در طول داشت مزرعه دارد، توصیه می‌شود ذرت کشت نکند، اما اگر مقدار آب قابل‌دسترس در حدود ۱۵ درصد از نیاز آبی گیاه ذرت معمولی کمتر باشد، کشت ذرت باید طوری انجام شود که از هرگونه هرز رفتن آب مزرعه جلوگیری و بتواند به یک تولید دانه مناسب دست یابد. این نتیجه در راستای نتایج گزارش شده توسط سپاس‌خواه و همکاران (Sepaskhah et al., 2006) و کوپر و همکاران (Cooper et al., 2006) بود. اثر ارقام روی تولید دانه ذرت متفاوت بود. ارقام KSC 705, KSC 700, KSC 647 و KSC 703 نسبت به شاهد KSC 704 به ترتیب با ۱۰/۹، ۱۱/۱، ۱۱/۲۳ و ۱۰/۹، برتری نشان دادند. ارقام زودرس KSC500 و KSC400 به ترتیب با ۱۰/۴ و ۹/۹ تن در هکتار از تولید مناسبی برخوردار بودند، اما در

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در هیبریدهای ذرت تحت شرایط آبیاری متفاوت

Table 7. Correlation coefficients among the measured traits in maize hybrids under different irrigation regimes

صفات* Traits*	PH	EH	DTT	DTS	DTM	SD	NRE	NGR	GD	TGW	MC
EH	0.331	1									
DTT	0.703*	0.522	1								
DTS	0.374	0.324	0.544	1							
DTM	0.194	0.408	0.714*	0.908**	1						
SD	-0.033	0.065	0.367	0.808*	0.685	1					
NRE	0.641	-0.793*	-0.484	0.117	0.118	0.276	1				
NGR	0.773*	0.518	0.700	0.731*	0.614	0.590	-0.387	1			
GD	0.795*	0.195	0.636	-0.022	0.767*	0.152	-0.242	0.086	1		
TGW	0.794*	0.502	0.870**	0.120	0.371	0.081	-0.490	0.450	0.833*	1	
MC	-0.260	-0.578	0.593	0.367	0.428	0.025	-0.538	0.465	-0.526	-0.472	1
GY	0.753*	0.455	0.361	0.298	0.688	0.677	0.839*	0.933**	0.469	0.821*	-0.366

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

†: PH: ارتفاع بوته، EH: ارتفاع بلال، DTT: روز تا ظهور گل‌تاجی، DTS: روز تا ظهور کاکل، DTM: روز تا رسیدگی، SD: قطر ساقه، NRE: تعداد ردیف دانه در بلال، NGR: تعداد دانه در ردیف، GD: عمق دانه، TGW: وزن هزار دانه، MC: درصد رطوبت دانه، GY: عملکرد دانه.

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

†: PH, plant height; EH, ear height; DTT, days to tasseling; DTS, days to Silking; DTM, days to maturity; SD, stem diameter; NRE, number of row per ear; NGR, number of grain per row; GD, grain depth; TGW, 1000-grain weight; GMC, grain moisture content; GY, grain yield.

مکانیزم‌های مختلف مولکولی، سلولی و مورفولوژیک به کار می‌برند. همین طور ارقام مختلف با داشتن ظرفیت‌های متفاوت در برابر تنش رطوبتی واکنش‌های متفاوتی دارند. برخی تحمل بهتر و در نتیجه از محصول برتری برخوردار هستند (Witcombe et al., 2008).

کاهش بارندگی در سال‌های اخیر زراعت‌های تابستانه را با چالش مواجه کرده است. از طرفی با توجه به روند افزایش جمعیت و تقاضا برای مواد غذایی، ناگزیر به کشت و تولید محصولات تابستانه از جمله ذرت هستیم. آب ارزش خیلی زیادی در چرخه کشاورزی، تعادل و حفظ محیط‌زیست دارد. لازم به یادآوری است که روش آبیاری در بیشتر مزارع ذرت استان نامطلوب و با راندمان پایین یعنی به روش کرتی و غرقابی انجام می‌شود. این روش حتی در مناطقی که کمبود آب وجود ندارد، کاملاً منسوخ شده است. در این بررسی سعی شد، آب با لوله تا سر مزرعه هدایت و جوی اصلی بوسیله نایلون پوشانیده شد و با سیفون آب وارد مزرعه گردید. در ضمن با توجه به عمق ریشه در مراحل مختلف رشد گیاه ذرت عمق آب مصرفی مناسب محاسبه و استفاده شد تا از برون‌رفت آب از مزرعه و یا نفوذ آب به عمق خاک نیز جلوگیری شود. بر طبق مطالعات انجام شده، در مناطق نیمه‌خشک کنترل تبخیر از سطح خاک به روش‌های مختلفی انجام می‌شود که می‌توان روش آبیاری جوی و پشته‌ای و کشت در کف جوی، آبیاری یک ردیف در میان و یا استفاده از پوشش نایلونی در ابتدای مرحله رشد گیاه در سطح مزرعه را نام برد (Camp et al., 2006; Li et al., 2008).

در این بررسی سعی شد در طول مرحله داشت مزرعه‌ی ذرت از ۹/۵ هزار متر مکعب آب در هکتار برای مزرعه ذرت استفاده شود. در حالی که کشاورزان منطقه در حدود ۱۴۰۰۰ متر مکعب آب مصرف می‌نمایند. با یک برآورده ساده اگر سطح زیر کشت ذرت در استان ۳۰ هزار هکتار و در هر هکتار ۴۵۰۰ مترمکعب آب صرفه‌جویی گردد، در مجموع حدود ۱۳۵ میلیون مترمکعب آب صرفه‌جویی خواهد شد.

در این مطالعه مشخص شد با ۸۵ درصد تامین نیاز آبی ذرت، یعنی با مصرف ۸۰۷۵ متر مکعب آب، مزرعه ذرت نه تنها تنش زیادی متحمل نمی‌شود، بلکه محصول تولیدی در این شرایط بیشتر از متوسط تولید استان نیز خواهد بود. یعنی با مصرف ۶۲ درصد آب نسبت به مزرعه کشاورزان منطقه می‌توان مزرعه ذرت را مدیریت کرد.

با توجه به این‌که در مناطق ذرت‌کاری استان مصرف آب در حدود ۱۴ هزار متر مکعب در هکتار و متوسط تولید ذرت کمتر از ۹ تن در هکتار می‌باشد. بنابراین روش و راندمان آبیاری مزارع ذرت در استان مناسب نبوده و متوسط عملکرد ذرت با توجه به مقدار مصرف آب نیز بسیار کم است. ضرورت دارد آموزش‌های لازم برای کارشناسان و کشاورزان در خصوص مدیریت و روش‌های آبیاری در مزرعه ذرت انجام شود تا با مصرف نه‌هزار متر مکعب آب، به تولید دانه‌ی ذرت در حدود ۱۳ تن در هکتار دانه ذرت (هدف اصلی این پروژه) دست یافت. با توجه به کاهش بسیار شدید آب‌های منطقه و به‌ویژه آب‌های زیرزمینی، در این بررسی سعی شد با کاهش مصرف آب نسبت به نیاز ۱۰۰ درصدی گیاه ذرت یا تامین ۸۵ درصد آب مورد نیاز مزرعه ذرت مشخص شد که هیبریدهای KSC703, KSC500, KSC670 و KSC647 به ترتیب با تولید ۱۱/۶، ۱۱/۱، ۱۰/۹ و ۱۰/۸ تن در هکتار دانه ذرت بر اساس رطوبت ۱۴ درصد نسبت به تیمار شاهد برتری داشتند. ملاحظه می‌شود که با مصرف ۸/۱ هزار متر مکعب آب، تولید دانه ذرت در حدود ۱۱ تن در هکتار میسر و از متوسط تولید ذرت منطقه بیشتر است. در بررسی‌هایی که روی ارقام مختلف زراعی به‌ویژه ذرت انجام شده است، مشخص شده که ارقام نسبت به محیط واکنش‌های متفاوتی نشان می‌دهند. برخی ارقام در یک منطقه نمایش بهتر و برخی در همان منطقه نمایش ضعیف‌تری دارند. این نمایش مثبت و یا منفی شامل تمام مراحل رشد گیاه و کلیه اندام‌ها از قبیل عمق و توسعه‌ی ریشه، ضخامت و مقاومت ساقه، ارتفاع بوته، سطح برگ، صفات اجزای عملکرد، عملکرد دانه و زیست‌توده می‌باشد. از این‌رو در هر منطقه ویژه باید آزمایش‌های سازگاری روی ارقام مختلف انجام و ارقام با نمایش بهتر شناسایی و توصیه شوند. در این بررسی ارقام یاد شده با تحمل تنش رطوبتی متوسط از توان تولید مناسبی (حدود ۲/۵ تن بیش از متوسط منطقه با آبیاری مناسب) برخوردار بودند. این نتیجه با دستاوردهای کوپر و همکاران (Cooper et al., 2006) و وبر (Weber et al., 2012) که بیان کردند، ظرفیت و توانایی ژنوتیپ‌های مختلف ذرت با توجه ویژه‌گی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک آن‌ها در مقابل تنش خشکی به‌منظور اصلاح رشد رویشی و افزایش تولید محصول متفاوت است، همخوانی دارد. گیاهان در مواجهه با تنش خشکی،

۸۵ درصد نیاز آبی گیاه ذرت، مزرعه ذرت از تولید دانه مناسبی برخوردار باشد، اما اگر کشاورز تنها توان استفاده از ۷۰ درصد آب مورد نیاز گیاه ذرت را داشته باشد، با توجه به کاهش شدید عملکرد دانه، در این شرایط توصیه می‌شود از کشت ذرت پرهیز نماید. این دستاورد در راستای نتایج به‌دست آمده توسط سانگ و همکاران (Song et al., 2010)، ضرابی و همکاران (Zarabi et al., 2011) و مصطفوی و همکاران (Mostafavi et al., 2011) بود. همچنین در بررسی سپاس‌خواه و همکاران (Sepaskhah et al., 2006) روی مقدار مصرف آب در مزرعه ذرت نیز گزارش شده است که هر گونه نقصان و کمبود در مصرف آب و کود نیتروژن کاهش محصول دانه زیادی در پی خواهد داشت. عملکرد و مولفه‌های آن با افزایش سطح مصرف مقدار آب و کود تا حد بهینه افزایش می‌یابد، ولی اگر مقدار آب بیش از نیاز ذرت استفاده شود، بیشتر شسته شدن نیترات خاک را در پی خواهد داشت و کاهش عملکرد رخ می‌دهد که با نتایج به‌دست آمده در این تحقیق (توصیه تامین ۸۵ درصد نیاز آبی) همخوانی دارد.

با توجه به عملکرد دانه و سایر صفات اندازه‌گیری شده مشاهده شد که برخی از ارقام در شرایط مناطق معتدل استان نسبت به ارقام دیگر دارای وضعیت مطلوبی هستند. رقم KSC 647 در گروه متوسط‌ترس گروه‌بندی می‌شود و زودرس‌تر از ارقام دیررس و بویژه رقم شاهد KSC 704 بود. این رقم از نظر تولید و عملکرد دانه نیز برتر از بیشتر ارقام از جمله شاهد بود. از طرفی با توجه به اینکه مسئولین کشاورزی و کشاورزان منطقه به دلیل کمبود آب، ارقام زودرس‌تر را ترجیح می‌دهند. در این بررسی رقم KSC 500 نسبت به بقیه ارقام زودرس‌تر و از نظر عملکرد و اجزای عملکرد حتی در شرایط تنش رطوبتی ۸۵ درصد از تولید مناسبی برخوردار بود. این نتیجه با نتایج به‌دست آمده توسط بنانیان و همکاران (Bannayan et al., 2008) همخوانی دارد. آنها گزارش کردند که ژنوتیپ‌های مختلف در مقابل تنش خشکی واکنش‌های متفاوتی از خود بروز می‌دهند. در کنار ارقام فوق، رقم KSC 705 نیز از نظر عملکرد و اجزای عملکرد برتری خاصی نشان داد و به‌عنوان یک رقم مناسب و پرمحصول برای مناطقی که آب کافی در دسترس است، قابل توصیه می‌باشد.

طبق بررسی‌های انجام شده در مدیریت نوین آبیاری محصولات زراعی و به‌منظور حداکثر استفاده مفید از منابع آب موجود، امکان کاهش مصرف آب در بعضی از مراحل رویشی گیاه پیشنهاد می‌شود. از این‌رو می‌توان در ابتدا و انتهای دوره داشت گیاه و بدون هیچ‌گونه تنشی از چند نوبت آبیاری پرهیز کرد. فراهانی و اسمیت (Farahani and Smith, 2014) گزارش کردند که ذرت در مراحل اولیه و انتهای رشد نیاز کمتری به آب دارد، اما باید توجه کرد که آثار منفی کاهش مصرف آب از قبل از مرحله گلدهی تا دو هفته پس از آن، کاهش محصول دانه را به مقدار معنی‌داری در پی خواهد داشت. در این راستا کوپر و همکاران (Cooper et al., 2006) گزارش کردند که ظرفیت و توانایی تولید ژنوتیپ‌های مختلف ذرت با توجه ویژه‌گی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک آن‌ها در مقابل تنش خشکی متفاوت است. گیاه ذرت در مراحل مختلف رشد و نمو نیاز به مقادیر متفاوتی آب دارد. در دو هفته قبل از ظهور گل‌دهی تا دو هفته پس از آن نیاز ذرت به آب زیاد است. با اصلاح روش آبیاری و پرهیز از روش‌های مرسوم و غلط آبیاری غرقابی و حتی آبیاری بارانی و با استفاده از روش آبیاری قطره‌ای و نشستی یا جوی پشته‌ای مدیریت شده که موجب کاهش تبخیر از سطح خاک، کاهش نفوذ آب به لایه‌های زیرین خاک، کاهش رواناب در سطح مزرعه و دسترسی بهتر گیاه به بیشتر آب مصرفی می‌شود، می‌توان آبیاری را مدیریت و تا ۲۵ درصد مصرف آب در مزارع آبی و به‌ویژه مزارع تابستانه ذرت را کاهش داد (Nesmith and Ritchie, 1992; Zheo and Nan, 2007).

با مقایسه تاثیر مصرف آب به مقدار ۱۰۰ درصد نیاز آبی نسبت به مصرف ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه ذرت برای بیشتر صفات به‌غیر از تعداد روز تا ظهور گرده‌افشانی و رسیدن فیزیولوژیک مزرعه، تعداد ردیف دانه در بلال و عمق دانه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما در مقایسه با تیمار ۷۰ درصد نیاز آبی برای کلیه صفات این تفاوت‌ها معنی‌دار بود، به‌طوری‌که اگر تنش به حدود ۷۰ درصد برسد، عملکرد و اجزای عملکرد کاهش خواهند یافت.

اختلاف عملکرد بین تیمار تامین ۸۵ درصد نیاز آبی ذرت با تیمار ۷۰ درصد نیاز آبی در سال اول و دوم به مقدار ۲/۳ تن در هکتار بود، اما این اختلاف در مقایسه با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی حدود ۱/۴ تن در هکتار بود. بنابراین با یک مدیریت درست در منطقه و با استفاده از

نمی‌دهد و عملکرد کاهش می‌یابد. لایر (Lauer, 2003) نیز مشاهده کرد که تنش خشکی در طول دوره ظهور گل‌تاجی و گل‌ابریشمی (مرحله بحرانی رشد ذرت) تاثیر منفی بسیار زیادی روی صفات مهمی از قبیل تعداد دانه در ردیف، اختلال در عمل و ظهور گل‌تاجی، گل‌ابریشمی و تلقیح می‌گذارد و عملکرد دانه را کاهش می‌دهد.

صفات اجزای عملکرد از قبیل تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف، عمق دانه و وزن هزار دانه نیز در شرایط تنش رطوبتی ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه ذرت از مقادیر کمتری برخوردار بودند، در حالی‌که این اختلاف بین تیمار ۱۰۰ و ۸۵ درصد نیاز آبی کمتر بود. این نتیجه با نتایج به‌دست آمده توسط دالفریوس و همکاران (Dolferus et al., 2011) همخوانی دارد. آنها در تحقیق خود روی محصول برنج گزارش کردند که تنش‌های متوسط نیز عملکرد دانه را بدون تحت تاثیر قرار دادن بخش‌های رویشی و حتی حیات گیاه، کاهش می‌دهند. در این بررسی مشاهده شد که ارقام پرمحصول در مقابل تنش رطوبتی ۷۰ درصد نیاز آبی یا تنش شدیدتر واکنش بیشتری نشان دادند. این دستاورد در راستای یافته‌های سایر به‌نژادگران مانند اسمیت و همکاران (Smith et al., 2004) و نیلسن (Nielsen, 2013) بود که گزارش کردند تنش رطوبتی در طول دوره گرده‌افشانی و پس از آن باعث کوچک شدن دانه و کاهش عملکرد می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که درصد افزایش عملکرد دانه ذرت در شرایط آبیاری بهینه نسبت به شرایط ۸۵ درصد و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه به‌ترتیب برابر با ۱۱۲/۸۴ و ۱۴۳/۰۲ درصد بود، به‌طوری‌که اگر در شرایط بهینه ۱۰۰ کیلوگرم دانه تولید شود، در شرایط ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی به‌ترتیب در حدود ۸۸/۶۲ و ۶۹/۹۲ کیلوگرم دانه ذرت در واحد سطح تولید خواهد شد. بنابراین، کشت ذرت در شرایط تامین ۷۰ درصد نیاز آبی قابل پیشنهاد نیست، اما با یک مدیریت صحیح و کارا با تامین ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه در شرایط اقلیمی مناطق معتدل استان کرمانشاه می‌توان عملکرد دانه مناسبی تولید کرد. بهترین هیبریدها در شرایط این آزمایش هیبریدهای KSC 700، KSC 500، KSC 647 و KSC 705 بودند که در کنار رقم شاهد برای کشت در منطقه کرمانشاه پیشنهاد می‌شوند.

برهمکنش سطوح مختلف آبیاری × ارقام تحت بررسی نشان داد که مقایسه میانگین روی صفات اندازه‌گیری شده برای ۲۴ تیمار موجود دارای تفاوت معنی‌داری بود. صفت ارتفاع بوته تاثیر مستقیم و مثبتی روی عملکرد و اجزای عملکرد دارد، یعنی هر اندازه شاخ و برگ یک بوته بیشتر باشد، در نتیجه مقدار فتوسنتز و تولید محصول آن بیشتر و در نهایت مقدار عملکرد و اجزای عملکرد افزایش خواهد داشت. در این راستا ضرابی و همکاران (Zarabi et al., 2011)، مصطفوی و همکاران (Mostafavi et al., 2011) و سانگ و همکاران (Song et al., 2010) گزارش نمودند سطح برگ گیاه ذرت، تحت تاثیر تنش خشکی بسته به شدت و طول دوره تنش کاهش خواهد یافت. ارقام متحمل در این بررسی شامل KSC 704، KSC 647، KSC 705 و KSC 500 بودند. این ارقام در طول آزمایش‌های نهایی در بیشتر مناطق کشور از جمله در آزمایشات مقایسه عملکرد نهایی در شرایط استان کرمانشاه برتری خود را به نمایش گذاشته‌اند (Seed and Plant Improvement Institute, 2012).

در این بررسی با اعمال تنش رطوبتی و کاهش مقدار آب آبیاری تا سطوح ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه ذرت، بین صفت تعداد روز تا گرده‌افشانی و تعداد روز تا ظهور کاکل از نظر زمانی اختلال مشاهده شد. برای مثال، اختلاف بین صفت ظهور تعداد روز تا ظهور دانه گرده و گل‌ابریشمی در رقم شاهد (KSC 704) در شرایط ۷۰ درصد تامین نیاز آبی افزایش نشان داد. اما در شرایط تامین ۱۰۰ درصد نیاز آبی این اختلاف به حداقل رسید. هر اندازه مقدار تنش رطوبتی افزایش یابد، اختلاف زمانی بیشتری بین این دو صفت مشاهده و از میزان تلقیح و دانه‌بندی در بوته و یا مزرعه کاسته می‌شود. بررسی صفت تعداد روز تا رسیدگی نشان داد که در شرایط تنش کلیه ارقام مورد بررسی دیررس‌تر شدند و بنابراین کم‌آبی علاوه بر کاهش عملکرد باعث اختلالاتی در تلقیح و زودرسی ذرت نیز می‌شود. اگر بوته ذرت دارای شاخ و برگ و ریشه قوی باشد و با استفاده مناسب از تابش و دمای مناسب که در مناطق خشک و نیمه خشک وجود دارد، توان حداکثر استفاده از منابع موجود را خواهد داشت و از بیشترین مقدار تولید کمی و کیفی محصول دانه و حتی علوفه ذرت برخوردار خواهد شد. اما اگر بر اثر تنش رطوبتی و یا سایر تنش‌ها، بوته‌ها رشد کافی نکنند، از سایر نهاده‌ها نیز استفاده لازم نمی‌شود و گیاه ظرفیت تولید خود را بروز

بذر به‌ویژه آقای دکتر چوکان، سرکار خانم مهندس دهقان‌پور و مهندس معینی به‌خاطر تهیه و تامین بذر ژنوتیپ‌های مورد استفاده تشکر و قدردانی نماید.

نگارنده بر خود لازم می‌داند از بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و

References

- Seed and Plant Improvement Institute. 2012b.** Breeding of corn and forage crops. Annual reports. Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. (In Persian).
- Bannayan, M., Nadjafi, F., Azizi, M., Tabrizi, L. and Rastgoo, M. 2008.** Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. **Industrial Crops and Products** 27: 11-16.
- Cakir, R. 2004.** Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. **Field Crops Research** 89: 1-6.
- Camp, C. R., Karlen, D. R. and Lambert, J. R. 2006.** Irrigation scheduling and row configuration for corn in the southeastern coastal plain. **Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers** 28 (4): 1159-1165.
- Cooper, M., Van Eeuwijk, F., Chapman, S. C., Podlich, D. W. and Löffler, C. 2006.** Genotype-by-environment interactions under water-limited conditions. In: Ribaut J. M. (Ed.). Drought adaptation in cereals. Binghamton, NY, The Haworth Press, Inc. pp: 51-96.
- Dolferus, R., Ji, X. and Richards, R. A. 2011.** Abiotic stress and control of grain number in cereals. **Plant Science** 181: 331-341.
- FAO. 2008.** FAOSTAT. Food and Agriculture Organization. <http://faostat.fao.org/site>.
- 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/extension/rowcrops/corn/guide/irrigation.html>.
- Foroughi, F. 2006.** The deficit irrigation of maize on the basis of water production function, yield. Proceeding of the National Conference on Management of the Irrigation and Drainage Networks. Chamran University of Ahvaz. (In Persian).
- Herero, M. P. and Johnson, R. R. 1981.** Drought stress and its effects on maize reproductive systems. **Crop Science** 21: 105-110.
- Hirich, A., Rami, A., Laajaj, K., Choukr-Allah, R., Jacobsen, S. E., El Youssfi, L. and Omari, H. 2012.** Sweet corn water productivity under several deficit irrigation regimes applied during vegetative growth stage using treated wastewater as water Irrigation source. World Academy of Science, Engineering and Technology. Available online at: <http://www.waset.org/journals/waset/v61/v61-156.pdf>.
- Jihad-e-Agriculture. 2012.** Statistics and Information Center of Kermanshah Jihad-e-Agriculture Organization, Kermanshah, Iran. (In Persian).
- Lamm, F. R., Rogers, D. H., Alam, M., O'Brien, D. M. and Trooien, T. P. 2011.** Twenty-two years of SDI research in Kansas. In: Proceedings of the 23rd Annual Central Plains Irrigation Conference, Burlington, Colorado. Feb. 23-24, 2011. Available from CPIA, 760 N. Thompson, Colby, K. S. pp: 68-92.
- Lauer, J. 2003.** What happens within the corn plant when drought occurs. University of Wisconsin Extension. available from <http://www.uwex.edu/ces/ag/issues/drought2003/corneffect.html>.
- Li, S., Kang, S. Z., Li, F. S. and Zhang, L. 2008.** Evapotranspiration and crop coefficient of spring maize with plastic mulch using eddy covariance in northwest China. **Agricultural Water Management** 95: 1214-1222.
- Masheal, M., Varavi Poor, M., Sadat Noori, S. and Zare Zirak, V. 2008.** Optimization study of corn with deficit irrigation of water depth (dasht Varamin). **Journal of Agricultural-Water, Soil and Plants in Agriculture** 4 (8): 123-134. (In Persian with English Abstract).
- Messina, C. D., Podlich, D., Dong, Z., Samples, M. and Cooper, M. 2011.** Yield- trait performance landscapes: From theory to application in breeding maize for drought tolerance. **Journal of Experimental Botany** 62: 855-868.
- Mostafavi, Kh., Shoahosseini, M. and Sadeghi Geive, H. 2011.** Multivariate analysis of variation among traits of corn hybrids traits under drought stress. **International Journal of Agricultural Sciences** 1 (7): 416-422.

- NeSmith, D. S. and Ritchie, J. T. 1992.** Effects of soil waterdeficits during tassel emergence on development and yield component of maize (*Zea mays* L.). **Field Crops Research** 28: 251-256.
- Nielsen, R. L. 2013.** Effects of stress during grain filling in corn. Corny News Network, Purdue University, West Lafayette. <http://www.agry.purdue.edu/ext/corn/news/timeless/grainfillstress.html>.
- Peleg, Z., Reguera, M., Tumimbang, E., Walia, H. and Blumwald, E. 2011.** Cytokinin-mediated source-sink modifications improve drought tolerance and increase grain yield in rice under water stress. **Plant Biotechnology Journal** 1-12.
- Penman, H. L. 1948.** Natural evaporation from open water, bare soil and grass. **Proceedings of the Royal Society of London Series A** 193: 120-145.
- Sadeghi, F. 2005.** The effect of planting pattern on yield of maize hybrid seed (KSC 647) in Kermanshah. **Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources** 4 (48): 61-70.
- Sadeghi, F. and Choukan, R. 2008.** Effects of planting date and plant pattern on yield of maize (KSC 700) in Islamabad moderate region of Kermanshah province. **Seed and Plant Improvement Journal** 24 (2): 221-235. (In Persian with English Abstract).
- Sepaskhah, A. R., Tavakoli, A. R. and Mousavi, F. 2006.** The deficit irrigation. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage Publications. 287 p. (In Persian).
- Smith, W. C., Betrán, J. and Runge, E. 2004.** Corn: Origin, history, technology and production. Hoboken, NJ. John Wiley and Sons Publications.
- Song, Y., Qu, C., Birch, S., Doherty, A. and Hanan, J. 2010.** Analysis and modelling of the effects of water stress on maize growth and yield in dryland conditions. **Plant Production Science** 13 (2): 199-208.
- Weber, V. S., Melchinger, A. E., Magorokosho, C., Makumbi, D., Bänzinger, M. and Atlin, G. N. 2012.** Efficiency of managed-stress screening of elite maize hybrids under drought and low nitrogen for yield under rainfed conditions in Southern Africa. **Crop Science** 52: 1011-1020.
- Witcombe, J. R., Hollington, P. A., Howarth, C. J., Reader, S. and Steele, K. A. 2008.** Breeding for abiotic stresses for sustainable agriculture. *Philosophical Transaction of the Royal Society of London*. **Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences** 363 (1492): 703-716.
- Zarabi, M., Alahdadi, I., Akbari, G. A. and Akbari, G. A. 2011.** A study on the effects of different biofertilizer combinations on yield, its components and growth indices of corn (*Zea mays* L.) under drought stress condition. **African Journal of Agricultural Research** 6 (3): 681-685.
- Zhao, C. Y. and Nan, Z. R. 2007.** Estimating water needs of maize using the dual crop coefficient method in the arid region of northwestern China. **African Journal of Agricultural Research** 2 (7): 325-333.



University of Guilan
Faculty of Agricultural
Sciences

Cereal Research
Vol. 7, No. 1, Spring 2017 (67-83)

Evaluation of yield and some agronomic characteristics of commercial maize hybrids under water deficit conditions in Kermanshah

Farhad Sadeghi^{1*}

Received: September 15, 2015

Accepted: February 27, 2016

Abstract

To investigate the tolerance of water deficit stress and increasing water productivity in maize hybrids, eight maize hybrids (KSC704, KSC705, KSC703, KSC700, KSC647, KSC670, KSC500 and KSC400) were studied in three separate experiments each under an irrigation condition based on randomized complete block design with three replications at West-Islamabad Agricultural Research Station, Kermanshah province, Iran, in 2013 and 2014. The irrigation water content in the first experiment was considered as 100% of maize water supply under the Islamabad station conditions and 85% and 70% in the second and third experiments, respectively. The results of analysis of variance showed that the effect of year and hybrid for days to physiological maturity and grain yield was significant at 5% probability level. The highest number of row per ear, grain per row and grain length were belonged to KSC500, KSC705 and KSC700 hybrids, with an average of 18.1 rows, 36.9 grains and 12.8 mm, respectively, under 100% of water supply. The highest and lowest grain yield was 12.3 and 8.6 ton.ha⁻¹ under 100% and 70% of water supply, respectively. The results showed that maize grain yield under optimal conditions increased by 112.84% and 143.02% compared to 85% and 70% of plant water supply, respectively. Hybrids showed a statistically significant difference for most studied traits. Totally, the results of this research indicated that cultivation of maize can not be recommended in term of 70% of plant water supply, but with proper and efficient management and providing 85% of the plant water supply in the climatic conditions of the temperate regions of Kermanshah, the suitable grain yield can be produced. In this experiment, the best hybrids were KSC500, KSC647, KSC700 and KSC705, which are suggested along with the control cultivar (KSC704) for cultivation in the Kermanshah region.

Keywords: Irrigation, Water productivity, Water supply, Yield and yield components

1. Reserch Assist. Prof., Dept. of Horticulture Crops Research, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran

* Corresponding author: fsadeghi40@yahoo.com