

اثرات تنش خشکی بر مراحل رویشی و زایشی در هیبریدهای جدید ذرت دو منظوره

مریم حاجی بابائی^{۱*} - فرهاد عزیزی^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۲۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۳

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش خشکی بر مراحل رویشی و زایشی بر ۱۴ هیبرید ذرت، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج طی سال ۱۳۸۸ اجرا گردید. عامل اصلی شامل سه سطح آبیاری نرمال، تنش ملایم و تنش شدید (به ترتیب آبیاری پس از ۷۰، ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر جمعی از تشتک تبخیر کلاس A) و عامل فرعی نیز شامل ۱۴ هیبرید ذرت شامل ۱۱ هیبرید جدید و سه هیبرید شاهد (KSC704, KSC720, KSC700) بود. در این آزمایش عملکرد دانه در هکتار، عملکرد علوفه خشک در هکتار، تعداد روز تا زمان گرده‌افشانی، تعداد روز تا ظهور تاره‌های ابریشمی، فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل، طول بلال، قطر بلال، تعداد بلال در بوته، تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف دانه در بلال اندازه‌گیری و محاسبه شد. نتایج نشان داد که تفاوت هیبریدها از نظر تعداد روز تا گرده‌افشانی، تعداد روز تا ظهور تاره‌های ابریشمی و فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل، طول بلال و تعداد ردیف دانه در بلال در سطح احتمال یک درصد و در تعداد ردیف دانه در بلال و عملکرد علوفه خشک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند، در حالی که بین هیبریدهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری از لحاظ عملکرد دانه، تعداد بلال در بوته و قطر بلال مشاهده نگردید. اثر متقابل هیبرید و رژیم‌های آبیاری به جز طول بلال برای هیچ‌یک از صفات دیگر معنی‌دار نبودند که بیان‌گر واکنش مشابه هیبریدهای مورد مطالعه نسبت به شرایط رژیم‌های آبیاری اعمال شده می‌باشد هم‌چنین کلیه صفات مورد بررسی به جز تعداد بلال در بوته به تنش خشکی واکنش نشان داده و اختلاف آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. افزایش دور آبیاری از تیمار آبیاری نرمال به تنش شدید باعث کاهش عملکرد دانه و عملکرد علوفه خشک به میزان ۳۲ درصد و ۴۴ درصد شد. هیبرید شماره ۴ (KSC700) با عملکرد دانه (۱۲۹۶۱ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد علوفه خشک (۱۵۵۶۵ کیلوگرم در هکتار) به عنوان بهترین هیبرید بود که می‌تواند بالا بودن عملکرد در این هیبرید را به طولانی‌تر بودن دوره رشد آن نسبت‌داد که زمان بیش‌تری را برای تولید و تجمع مواد در اختیار گیاه قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تعداد روز تا گرده‌افشانی، رژیم‌های آبیاری، طول بلال، عملکرد دانه و علوفه

مقدمه

در ارتباط است (Desclaux and Roumet, 1996) زمان وقوع و شدت تنش به طور قابل ملاحظه‌ای از سالی به سال دیگر تغییر می‌کند، به طوری که گیاهانی که انعطاف‌پذیری بالاتری در برابر شرایط محیطی دارند، در سال‌های مرطوب‌تر دارای رشد رویشی بیش‌تری می‌شوند (Cattivelli et al., 2008). Song and Dai, 2000 اثر تنش خشکی بر رشد و توسعه ذرت را بررسی کردند و بیان داشتند که تنش خشکی مانع از رشد و توسعه گل‌آذین ماده در گیاه ذرت می‌گردد و کوتاه‌شدن طول، قطر، و وزن خشک و وزن تر بلال از اثرات کم‌بود آب روی بلال ذرت است. Cakir, 2004 گزارش کرد که تنش رطوبتی در طول مراحل مختلف رشد ذرت عملکرد آن را در درجات متفاوت کاهش می‌دهد، که شدت کاهش عملکرد نه‌تنها به شدت تنش بلکه به مرحله رشدی گیاه نیز وابسته است. Yazar and Gencel, 2002 و Andrade et al, 2002 گزارش کردند که تعداد دانه در بلال شدیداً به فراهم‌بودن رطوبت وابسته بوده و کاهش تعداد

تنش خشکی از عوامل اصلی محدودکننده تولید ذرت (*Zea mays*) در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌آید. ذرت یک گونه علوفه‌ای مهم است که برای مصرف به‌صورت سیلوئی کل گیاه برداشت می‌شود (COORS, 1995). این گیاه با وجود داشتن یک مرحله برداشت دارای عملکرد ماده خشک بالایی است، به‌آسانی سیلو می‌شود و یک علوفه خوش‌خوراک با کیفیت پایدار برای دام می‌باشد و انرژی بالاتری نسبت به سایر علوفه‌ها داراست (Curran and Posch, 2000). تأثیرات خشکی بر روی فنولوژی نه‌تنها به ویژگی‌های تنش (شدت و طول مدت) بستگی دارد، بلکه با زمان وقوع چرخه رشدی نیز

۱- دانشجوی دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد، پردیس بین‌الملل، مشهد، ایران
۲- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، کرج، ایران
* نویسنده مسئول: (Email: Hajibabae_m@yahoo.com)

جدول ۱- اسامی و شماره هیبریدهای دیررس ذرت مورد آزمایش
Table 1- List of the new maize hybrids were used in this experiment

شماره	هیبرید
Number	Hybrid
1	K47/2-2-1-4-1-1-1×MO17
2	K3653/2×K19
3	K3653/2×MO17
4	KSC700
5	KSC704
6	KSC720
7	KLM76004/3-2-1-1-1-1-1×K3545/6
8	K74/2-2-1-2-1-1-1-1×K3545/6
9	K47/2-2-1-2-2-1-1-1×K3544/1
10	KL M76004/3-2-1-1-1-1-1×K3544/1
11	K47/2-2-1-2-1-1-1-1×K3544/1
12	K47/3-1-2-7-1-1-1×MO17
13	KLM77029/8-1-2-3-2-3×MO17
14	KLM76005/2-3-1-1-1-1×MO17

مزرعه آزمایش در بهار سال ۱۳۸۸ پس از گاوروشدن به وسیله گاوآهن برگردان دار شخم زده شد و برای خردکردن کلوخه‌ها و هم‌چنین یک‌نواخت‌شدن خاک مزرعه از دیسک و ماله استفاده گردید. مزرعه با استفاده از دستگاه جوی و پشته‌ساز به صورت جوی و پشته درآمد. بذور هر هیبرید پس از ضدعفونی با قارچ‌کش ویتاواکس بر روی سه ردیف هفت‌متری با فاصله ۷۵ سانتی‌متر از یک‌دیگر و به صورت کپه‌ای کشت شدند و ۲ ردیف حاشیه در نظر گرفته شد. فاصله کپه‌ها روی ردیف‌های کاشت ۱۸ سانتی‌متر (تراکم علوفه ۷۵ هزار بوته در هکتار) در نظر گرفته شد. به منظور ممانعت از اختلاط آبیاری در ابتدا و انتهای هر کرت اصلی ۲ ردیف کاشت به عنوان حاشیه و هم‌چنین ۲ ردیف بدون کاشت لحاظ گردید. میزان کود مورد نیاز بر اساس آزمون خاک در اختیار گیاه قرار گرفت. نیتروژن مورد نیاز گیاه از منبع اوره به مقدار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار در ۲ نوبت نیمی قبل از کاشت و مابقی در مرحله شش-هفت برگی به عنوان سرک در اختیار گیاه قرار گرفت. برای مبارزه با علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ از علف‌کش آترازین به مقدار ۱/۵ لیتر در هکتار همراه با لاسو (الاکلر) در مرحله بعد از کاشت و قبل از اولین آبیاری استفاده شد و در مرحله پنج-شش برگی از علف‌کش 2,4-D به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار بر علیه علف‌های هرز پهن‌برگ استفاده شد و یک مرحله وجین‌دستی در همین مرحله صورت گرفت. زمان آبیاری با استفاده از میزان تبخیر روزانه از تشتک تبخیر کلاس A مشخص شد. برای تعیین حجم آب مصرفی در هر آبیاری، قبل از آبیاری نمونه‌برداری از خاک کرت مورد نظر تا عمق توسعه ریشه انجام گردید. نمونه مذکور به مدت ۲۴ ساعت در آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس درصد رطوبت وزنی خاک محاسبه شد و حجم آب آبیاری با استفاده از معادله‌های ۱ و ۲ در هر آبیاری تعیین گردید. مقدار آب مصرفی نیز با

دانه در بلال، اولین تأثیر کم‌بود آب روی عملکرد دانه می‌باشد. Ranjbar, 2005 با مطالعه‌ای به منظور تأثیر تنش خشکی در مرحله رشد رویشی، در مراحل مختلف رشد نشان داد که تنش شدید خشکی باعث کاهش معنی‌دار ارتفاع ساقه، ارتفاع بلال از سطح خاک، تعداد برگ، گره و میان‌گره، وزن خشک پوشش بلال، طول بلال و کاهش عملکرد دانه به میزان هفت درصد گردید. Shoaie et al, 2008 در آزمایشی جهت بررسی اثرات تنش خشکی بر عملکرد ذرت و صفات وابسته به آن گزارش کردند که بیش‌ترین اثر تنش بر روی عملکرد دانه بود که در اثر کاهش ارتفاع بلال، ارتفاع بوته، وزن ۳۰۰ دانه و تعداد دانه در ردیف ایجاد شد. Azari Nasrabadi, 1999 بیان می‌دارد که در شرایط آبیاری، صفات مربوط به خصوصیات فنولوژیکی، خصوصیات برگ بلال، قطر بیش‌تر ساقه، ارتفاع گیاه، هم‌چنین تعداد بیش‌تر دانه در ردیف، می‌توانند شاخص مهمی برای گزینش هیبریدهای ذرت با عملکرد بالا به حساب آیند. Rashidi, 2005 اثر تنش خشکی را در مراحل مختلف رشد ذرت بررسی نموده و به این نتیجه رسید که تنش در مرحله رشد رویشی حداقل اثر را روی عملکرد دانه داشته در حالی که بیش‌ترین کاهش عملکرد دانه در اثر اعمال تنش در مرحله رشد زایشی بود. در این مطالعه نیز بررسی تأثیر تنش خشکی بر مراحل نموی رشد در هیبریدهای جدید ذرت دو منظوره مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اجرا شد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی-رسی با $pH = 7.5$ و هدایت الکتریکی 0.7 دسی‌زیمنس بر متر بود. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گردید. عامل‌های مورد مطالعه سه رژیم آبیاری به عنوان عامل اصلی شامل $S1 =$ آبیاری نرمال (آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر) بر اساس منحنی رطوبتی و بافت خاک میزان ۷۰ میلی‌متر تبخیر در دامنه رطوبتی آب سهل‌الوصول قرار می‌گیرد که در این دامنه گیاه با تنش مواجه نمی‌شود. که بر اساس آزمایشات فیزیک خاک با دستگاه pressure plate و تعیین نقاط حساس رطوبتی خاک مشخص شد، $S2 =$ تنش ملایم (آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر)، $S3 =$ تنش شدید (آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و ۱۴ هیبرید دیررس ذرت دو منظوره شامل ۱۱ هیبرید جدید و ۳ هیبرید شاهد (KSC704, KSC720, KSC700) به عنوان عامل فرعی بودند (جدول ۱).

استفاده از کنتور که در ابتدای فلکه اصلی قرار داده شده بود، کنترل شد. آبیاری مزرعه آزمایشی با استفاده از لوله‌های هیدروفلوم و دریچه‌هایی که در ابتدای خطوط کاشت تعبیه شده بود، صورت گرفت.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد مطالعه هیبریدهای ذرت تحت تأثیر سه تیمار رژیم آبیاری

Table 2- Analysis of variance for maize hybrids under 3 irrigation regimes

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد روز تا گرده افشانی Number of days until to Pollination	تعداد روز تا ظهور سیلک Number of days until silk emergence cords	فاصله زمانی گرده افشانی تا ظهور کاکل Period of Pollination until silk emergence	طول بلال ear length	قطر بلال ear diameter	تعداد بلال در بوته number of ear in corn	تعداد ردیف در بلال number of rows per ear	تعداد دانه در ردیف number of kernels per row	عملکرد دانه عملکرد خشک kernel yield Dry forage yield
تکرار Replication	2	6.268 ^{ns}	15/613 ^{**}	2.542 ^{ns}	5.436 ^o	9.532 ^{ns}	0.007 ^{ns}	2.158 ^{ns}	9.362 ^{ns}	7458916 ^{ns}
آبیاری Irrigation	2	29/167 ^{**}	76/863 ^{**}	15.613 ^{**}	87/657 ^{**}	130.287 ^{**}	0.021 ^{ns}	2.263 ^{ns}	765/267 ^{**}	205780602 ^{**}
خطای a E(a)	4	3.917	7.110	1.878	12/848	21/452	0.012	1.101	80.429	39132382
هیبرید Hybrid	13	31/976 ^{**}	27/529 ^o	4.373 ^{**}	4.234 ^{**}	6.896 ^{ns}	0.005 ^{ns}	8.443 ^{**}	27/924 ^o	4921302 ^{ns}
هیبرید× آبیاری H*I	26	3.619 ^{ns}	2.484 ^{ns}	2.320 ^{ns}	3.621 ^{**}	4.511 ^{ns}	0.002 ^{ns}	8.827 ^{ns}	18/369 ^{ns}	3849417 ^{ns}
خطای b E(b)	78	3.679	2.779	1/574	1.518	3.870	0.004	1.338	14/855	4337472
ضریب تغییرات CV (%)	-	2.839	2.330	31/454	6.504	4.305	6.872	7.146	11.301	18.4

ns: غیرمعنی دار ، ***و** به ترتیب، معنی دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد
ns, * and **: Non significant, significant at P<0.05 and P<0.01 respectively

با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

اثر رژیم‌های مختلف آبیاری برای کلیه صفات به جز تعداد بلال در بوته و تعداد ردیف دانه در بلال در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد که تعداد بلال در بوته در هیبریدهای مورد مطالعه به میزان بیش‌تری تحت تأثیر عوامل ژنتیکی قرار دارند تا عوامل محیطی. بنابراین رژیم‌های مختلف آبیاری نیز تأثیر معنی داری بر این صفت نداشته است. اثر هیبرید از نظر تعداد روز تا گرده افشانی، تعداد روز تا ظهور تاره‌های ابریشمی و فاصله زمانی گرده افشانی تا ظهور کاکل (ASI)، طول بلال و تعداد ردیف دانه در بلال در سطح احتمال یک درصد و در تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد علوفه خشک در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بودند، ولی اثر متقابل هیبرید و رژیم‌های مختلف آبیاری به جز طول بلال برای صفات دیگر غیرمعنی دار بود که بیان گر واکنش مشابه هیبریدهای دیررس

$$H = \rho b(\theta_{F,C} - \theta_m) D \quad (1)$$

$$V = H \times A \quad (2)$$

در معادله‌های ۱ و ۲، H نشان‌دهنده ارتفاع آب داخل کرت، ρb ، جرم مخصوص ظاهری خاک، $\theta_{F,C}$ رطوبت در حد ظرفیت مزرعه، θ_m رطوبت جرمی کرت مورد نظر در زمان آبیاری، D عمق توسعه ریشه، V حجم آب آبیاری در کرت و A مساحت کرت است. از هر ردیف تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و صفات طول بلال، قطر بلال، تعداد بلال در بوته، تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف دانه در بلال اندازه‌گیری شدند. هدف از آزمایش بررسی عملکرد علوفه و دانه بود، برای عملکرد علوفه تعداد پنج بوته در زمان شیری تا اوایل خمیری شدن دانه برداشت شد و برای عملکرد دانه تعداد پنج بوته در زمانی که رطوبت دانه حدود ۱۴ درصد برداشت انجام شد. جهت تعیین صفاتی از قبیل تعداد روز تا گرده افشانی، تعداد روز تا ظهور سیلک بر مبنای تاریخ سبز شدن، فاصله زمانی گرده افشانی تا ظهور کاکل، براساس حداقل ۵۰ درصد بروز صفت در کرت تعیین و ثبت شدند. محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹.۱، رسم شکل‌ها به وسیله نرم‌افزار Excel و مقایسه میانگین‌ها نیز

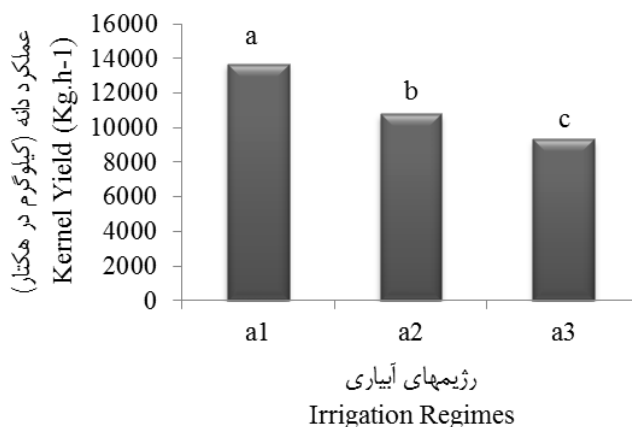
زیادی تحت تأثیر نسبت بلال در علوفه می باشد، افزایش می یابد. تنش خشکی و فقدان آب از طریق تأثیر بر فرایندهای متابولیکی و فیزیولوژیک هم چون کاهش پتانسیل آب برگ و هدایت روزنه ای موجب کاهش تثبیت CO₂ و فتوسنتز می گردد، که از این طریق رشد و همچنین عملکرد را متأثر می سازد. هر چه میزان شدت تنش وارده به خصوص در زمان تمایز اندامهای زایشی و گرده افشانی بیش تر باشد، کاهش طول بلال و نیز عدم تلقیح تخمک ها بیش تر می گردد (Westgate and Boyer, 1986; Lauer, 2003). Mark *et al.*, 1991 گزارش کرد که بین سطح برگ، میزان و سرعت فتوسنتز و میزان رشد بلال هم بستگی مثبت بالایی وجود دارد. هیبریدهای دیررس به دلیل سطح برگ بالاتر و در نتیجه توان بیش تر در رشد و افزایش تجمع ماده خشک نسبت به هیبریدهای متوسط تر دارای طول بلال بیش تری بوده اند (جدول ۴). به نظر می رسد کاهش قطر بلال در شرایط تنش های اعمال شده به دلیل کاهش در وزن هزاردانه بوده و احتمالاً اندازه دانه ها کوچک تر شده است که با نتایج محققان دیگری مانند Karimi *et al.*, 2009 و Shoaie Hosseini *et al.*, 2008 هماهنگی دارد.

مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که هیبرید شماره ۸ بیش ترین (۴۷ میلی متر) و هیبرید شماره ۳ کم ترین (۴۳ میلی متر) قطر بلال را به خود اختصاص داد. کاهش تعداد دانه در ردیف در اثر افزایش فواصل بین آبیاری ها مشاهده شد (جدول ۳). کاهش تعداد دانه در بلال ممکن است بر اثر تأخیر در ظهور کاکل یا سقط جنین در اثر کم بودن هیدرات های کربن باشد (Herrero and Johnson, 1981; Prakob, 1996). کاهش تعداد دانه در ردیف در اثر تنش کم آبیاری توسط پژوهشگرانی نظیر Karimi *et al.*, 2009؛ Hamidi, 2001؛ Nesmith, 2008؛ Shoae Hosseini *et al.*, 1989؛ Grant *et al.*, 1992a؛ Cakir, 2004 نیز گزارش شده است. همچنین Yazar *et al.*, 2002 گزارش کردند که تعداد دانه در بلال شدیداً به فراهم بودن رطوبت وابسته بوده و کاهش تعداد دانه در بلال، اولین تأثیر کم بودن آب بر عملکرد دانه می باشد. تنش کم آبی در مرحله گلدهی باعث تأخیر در ظهور کاکل ها می گردد، بنابراین کاکل ها وقتی ظاهر می شوند که گرده افشانی انجام گرفته و دیگر گرده زنده ای برای تلقیح گل های ماده وجود نداشته و یا به شدت کاهش یافته است، بدین ترتیب تخمک ها لقاح نیافته و در نتیجه دانه ای تشکیل نمی شود و این باعث می شود که در بلال تعداد دانه های کم تری تشکیل شود (Zinselmeier *et al.*, 1995). مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که بیش ترین تعداد دانه در ردیف به هیبرید شماره ۷ با تعداد ۳۸ دانه و کم ترین تعداد دانه در ردیف به هیبریدهای شماره ۶، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ اختصاص داشت.

مورد مطالعه نسبت به شرایط تنش اعمال شده می باشد. مقایسه میانگین رژیم های مختلف آبیاری در تعداد روز تا زمان گرده افشانی نشان داد که تنش کم آبیاری موجب تأخیر در گرده افشانی گردیده است به طوری که با افزایش تنش، گرده افشانی تأخیر افتاده است. Cakir, 2004 در آزمایشات خود اثر تنش خشکی بر تعداد روز تا گرده افشانی را در گیاه ذرت بررسی و نتایج مشابه را گزارش کردند. مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که هیبریدها از لحاظ تعداد روز تا گرده افشانی نسبت به یکدیگر تفاوت معنی داری داشتند. بدین ترتیب در این مطالعه هیبرید شماره ۴ و ۶ به ترتیب با ۷۰ روز بیش ترین و هیبریدهای شماره ۲ و ۱۰ با ۴۶ روز کم ترین تعداد روز تا گرده افشانی را داشتند.

مقایسه میانگین رژیم های آبیاری در تعداد روز تا ظهور تاره های ابریشمی نشان داد که تیمار آبیاری پس از ۷۰ و ۱۳۰ میلی متر تبخیر موجب تأخیر ظهور تاره های ابریشمی گردیده است، به طوری که در این تیمار، در هیبریدهای مورد مطالعه ابریشم ها در مدت ۷۳/۰۷ روز پس از زمان کاشت ظاهر شدند، در صورتی که در شرایط آبیاری پس از ۱۰۰ میلی متر تبخیر این مدت ۷۱/۰۸ روز بود. Lauer, 2003؛ Traore, Saeed *et al.*, 2000؛ Budiarti, 1997؛ Stone *et al.*, 2001؛ *et al.*, 1997 در آزمایشات خود اثر تنش خشکی بر ظهور رشته های ابریشمی را در گیاه ذرت بررسی و تأخیر در ظهور ابریشم را مشاهده کردند. Westgate, 1994 نشان دادند هنگامی که گیاه در معرض کم آبی قرار گیرد، ابریشم ها دیرتر از زمان طبیعی ظاهر می شوند. مقایسه میانگین رژیم های آبیاری در ASI نشان داد که بین شرایط آبیاری پس از ۷۰ و ۱۳۰ میلی متر تبخیر اختلاف معنی داری وجود داشته است. پایین بودن میزان آب خاک در زمانی که گیاه در مرحله گل دهی است، باعث تأخیر در ظهور ابریشم و اختلال در رشد آن ها گردیده، در نتیجه ASI در گیاهان تحت تنش رطوبتی به شدت افزایش یافته است. مهم ترین اثر اعمال تنش خشکی قبل از گل دهی به تأخیر افتادن ظهور گل آذین ماده و در نتیجه عدم هم زمانی گرده افشانی و کاکل دهی می باشد که باعث عدم گرده افشانی تخمک ها و در نتیجه کاهش عملکرد دانه می گردد. نتایج تحقیقات Bolanos and Edemedes, 1996 and Martinaz, 1993؛ Abrecht and Carberry, 1991 افزایش ASI در شرایط تنش خشکی را تأیید می کنند. مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد هیبرید شماره ۱۳ بیش ترین (۴ روز) و هیبرید شماره ۷ کم ترین (۲ روز) ASI را داشتند.

طول بلال در ذرت تحت تأثیر ژنوتیپ و عوامل محیطی مانند تغذیه و آب قرار دارد و از آنجایی که بلال حاوی دانه که جز مهمی از عملکرد دانه را تشکیل می دهد است، بنابراین هر اندازه طول بلال بیش تر باشد اصولاً به همان اندازه نیز تعداد دانه بیش تر شده و در نتیجه عملکرد دانه نیز بیش تر و به سبب آن کیفیت علوفه که به مقدار



شکل ۱- مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری برای عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) (تنش شدید: a3 و تنش ملایم: a2 و آبیاری نرمال: a1)

Figure 1-comparison of irrigation regime for kernel yield (kgha⁻¹) (a1: Normal Irrigation و a2: Mild Stress و a3: Tention Stress)

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در رژیم‌های مختلف آبیاری

Table 3- Means comparison of different irrigation treatments

عملکرد علوفه خشک Dry forage yield (kg ha ⁻¹)	عملکرد دانه kernel yield (kg ha ⁻¹)	تعداد دانه در ردیف number of kernels per row	تعداد ردیف در بلال number of rows of ear per ear	تعداد بلال در بوته number of ear in corn	قطر بلال ear diameter (mm)	طول بلال ear length (cm)	فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل Period of Pollination until silk emergence	تعداد روز تا ظهور سیلک Number of days until silk emergence cords	تعداد روز تا گرده‌افشانی Number of days until to Pollination	رژیم آبیاری Irrigation treatments
17871.8a	13699.4 a	38/524 ^a	16.136 ^a	0.937 a	47.583 a	20.366 a	3.762 b	73.071 a	66/826 c	۷۰ میلی‌متر تبخیر irrigation after 70 mm of evaporation
15381.8b	10806.6 b	33.783 ^b	16.443 ^a	0.917 ab	45.439 b	18.987b	3.524 b	71.083 b	67/559 b	تبخیر irrigation after 100 mm of evaporation
9862.1c	9350.9 c	30.005 ^c	15.977 ^a	0.891 b	44.090 c	17.477 c	4.679 a	73.071 a	68/393 a	تبخیر irrigation after 130 mm of evaporation

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند
Means with the same letter in each column have no significant difference (P<0.05)

تعیین تعداد ردیف در هر بلال رقابت چندانی بین مقصدهای فیزیولوژیک برای مواد پرورده وجود نداشته‌است و تنش کم آبی باعث کاهش معنی‌دار وزن ۱۰۰۰ دانه بلال و تعداد دانه در هر بلال شده‌است (جدول ۳). این یافته‌ها با نتایج محققان دیگری مانند

معنی‌دار نبودن تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر تعداد ردیف در هر بلال نشان‌دهنده ثبات نسبی این جزء از عملکرد دانه است. از آنجاکه تعداد نهایی تعداد ردیف در هر بلال پیش از بقیه اجزای عملکرد دانه، بر ناحیه نمودی بلال تعیین می‌گردد، احتمالاً در مرحله

رديف دانه به هیبرید شماره ۳ به میزان ۱۴ رديف اختصاص داشت (شکل ۲).
Ranjbar, 2005 و Azari ki, 2002؛ Safarhamidi, 2005 هماهنگی دارد. مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که بیشترین تعداد رديف در بلال به هیبرید شماره ۱۱ به میزان ۱۸ رديف و کمترین تعداد

جدول ۴- مقایسه میانگین هیبریدهای مورد مطالعه در رژیم‌های مختلف آبیاری برای طول بلال

Table 4- Means Comparison of various hybrids for Ear length

هیبرید	آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر irrigation after 70 mm of evaporation	آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر irrigation after 100 mm of evaporation	آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر irrigation after 130 mm of evaporation	Hybrid
1	20.880	18.960	19.110	19110
2	19.706	18.066	17.786	17786
3	22.623	20.563	16.703	16703
4	21.55	20.816	17.503	17503
5	20.036	17.310	17.343	17343
6	20.510	18.413	16.236	16236
7	21.190	20.406	16.796	16796
8	21.506	20.300	16.373	16373
9	18/703	17.686	18.406	18406
10	19.226	17.616	17.976	17976
11	19/110	18/610	17.130	17130
12	18/960	17.506	18/736	18736
13	19/550	19.346	17/473	17473
14	21.563	20.253	17/113	17113

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج‌درصد می‌باشند

Means with the same letter in each column have no significant difference (P<0.05)

اندام‌های هوایی و کاهش تولید موادفتوسنتزی در اثر محدودیت آب، توسط محققان دیگری نظیر Osborne, 2002 و Fatemi *et al*, 2001 نیز گزارش شده است. با توجه به مقایسه میانگین هیبریدها مشخص شد که هیبریدهای شماره ۱، ۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ دارای بیشترین وزن خشک کل بوته بوده‌اند که می‌توان بالابودن عملکرد علوفه خشک در این هیبریدها را به طولانی‌تر بودن دوره رشد آن‌ها نسبت داد که زمان بیش‌تری را برای تولید و تجمع مواد در اختیار گیاه قرار می‌دهند. هیبرید شماره ۱۰ نیز دارای کم‌ترین میزان وزن خشک کل بوته (۱۰۹۳۰ کیلوگرم در هکتار) بوده‌است.

هم‌بستگی بین عملکرد و صفات مورد بررسی

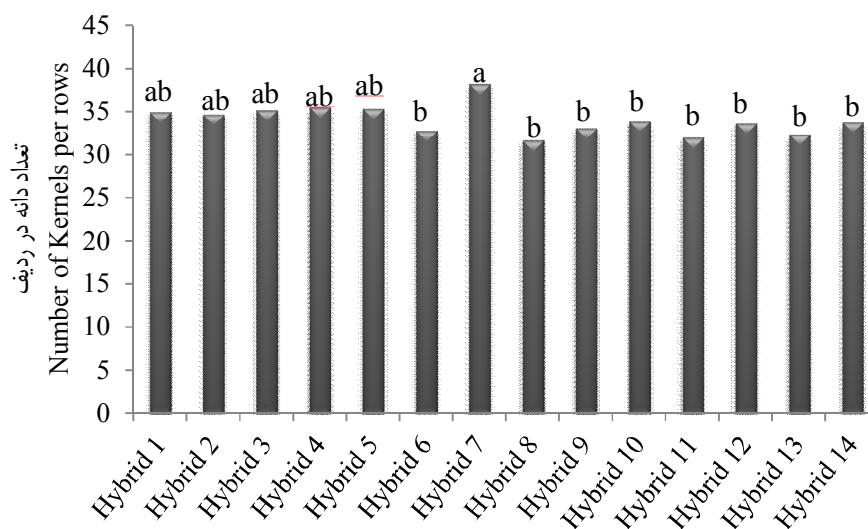
مطابق جدول هم‌بستگی صفات (جدول ۵) مشخص می‌شود که بین تعداد روز تا گرده‌افشانی با تعداد روز تا ظهور سیلک هم‌بستگی مثبت و بسیار معنی‌داری وجود داشت. بین تعداد روز تا گرده‌افشانی با فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل و قطر بلال و تعداد دانه در رديف و عملکرد دانه هم‌بستگی منفی و بسیار معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد وجود داشت. بین تعداد روز تا ظهور سیلک با فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل هم‌بستگی مثبت و بسیار معنی‌داری وجود داشت. بین تعداد روز تا ظهور سیلک با طول بلال و قطر بلال و تعداد دانه در رديف و عملکرد دانه و عملکرد علوفه خشک هم‌بستگی منفی و بسیار معنی‌داری وجود داشت. بین فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل با تعداد رديف در بلال هم‌بستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال پنج‌درصد وجود داشت.

مقایسه میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری نشان داد که بیشترین عملکرد دانه ۱۳۶۹۹ کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر بوده و در تیمارهای آبیاری پس از ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر، عملکرد دانه به ۱۰۸۰۶ و ۹۳۵۰ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب ۱۲ درصد و ۳۲ درصد نسبت به تیمار آبیاری نرمال کاهش نشان دادند (جدول ۳ و شکل ۱). محققان دیگری نیز نظیر Stone *et al*, 2001 و Westgate, 1994 نشان داده‌اند که تنش خشکی باعث کاهش در عملکرد دانه می‌شود. کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی به علت کاهش تعداد کل دانه در بلال بود که این موضوع با نتایج Denmead and Show, 1960 مطابقت دارد. مقایسه میانگین هیبریدها نشان داد که هیبرید شماره ۴ دارای بیشترین میزان عملکرد دانه (۱۲۹۶۱ کیلوگرم در هکتار) و هیبرید شماره ۹ دارای کم‌ترین میزان عملکرد دانه (۱۰۲۱۴ کیلوگرم در هکتار) بود.

مقایسه میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری نشان داد که بیشترین عملکرد علوفه خشک با میانگین ۱۷۸۷۱ کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر بوده و در تیمارهای آبیاری پس از ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر، عملکرد علوفه خشک به ۱۵۳۸۱ و ۹۸۶۲ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب ۱۴ درصد و ۵۴ درصد نسبت به تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر نشان دادند (جدول ۳). این اختلاف می‌تواند ناشی از کاهش توانایی هیبریدها در جذب عناصر غذایی و ساخت و انتقال موادپرورده در اثر کمبود آب باشد که باعث کاهش تجمع ماده خشک گیاه شده‌است. کاهش وزن خشک

بین قطر بلال و تعداد ردیف در بلال نیز هم‌بستگی مثبتی مشاهده شد به طوری که با افزایش قطر بلال، تعداد ردیف در بلال نیز افزایش یافت. بین قطر بلال با تعداد دانه در ردیف هم‌بستگی مثبت و بسیار معنی‌داری وجود داشت. کم‌تر بودن مقدار عملکرد در تیمارهای مواجه شده با تنش خشکی نشان می‌دهد در صورتی که کم‌بود رطوبت خاک از یک‌حد معینی بگذرد باعث کاهش معنی‌داری در عملکرد دانه می‌گردد.

بین طول بلال با قطر بلال هم‌بستگی مثبت و بسیار معنی‌داری وجود داشت. طول بلال با تعداد دانه در ردیف هم‌بستگی مثبت و بسیار معنی‌داری وجود داشت، هم‌بستگی فوق مؤید این مطلب است که در افزایش طول بلال، افزایش تعداد دانه در ردیف نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. بین طول بلال با تعداد ردیف در بلال، هم‌بستگی وجود نداشت. این امر نشان می‌دهد که طول بلال تحت تأثیر تعداد ردیف دانه قرار نداشته است.



شکل ۲- مقایسه میانگین هیبریدها تحت تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری برای تعداد دانه در ردیف
Figure 2- Comparison of hybrids under the different irrigation regimes for number of kernel per rows

کم‌آبی به علت کاهش تعداد کل دانه در بلال بود. با افزایش یافتن میزان تنش از تیمار آبیاری نرمال به تنش شدید عملکرد دانه و عملکرد علوفه خشک به میزان ۳۳ درصد و ۴۴ درصد کاهش یافت. مقایسه میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری در تعداد روز تا زمان گرده‌افشانی نشان داد که تنش کم آبیاری موجب تأخیر در گرده‌افشانی گردیده است به طوری که با افزایش تنش گرده‌افشانی تأخیر افتاده است. مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری در تعداد روز تا ظهور تارهای ابریشمی نشان داد که تیمار آبیاری پس از ۷۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر موجب تأخیر ظهور تارهای ابریشمی گردیده است. مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری در ASI نشان داد که بین شرایط آبیاری پس از ۷۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر اختلاف معنی‌داری وجود داشته است. مقایسه میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه ۱۳۶۹۹ کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر بوده و در تیمارهای آبیاری پس از ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر، عملکرد دانه به ۱۰۸۰۶ و ۹۳۵۰ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب ۱۲ درصد و ۳۲ درصد نسبت به تیمار آبیاری نرمال کاهش نشان دادند. مقایسه

تعداد ردیف در بلال با عملکرد دانه و عملکرد علوفه خشک هم‌بستگی مثبت و بسیار معنی‌داری داشت. تعداد دانه در ردیف با عملکرد دانه و عملکرد علوفه خشک هم‌بستگی مثبت و بسیار معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. با توجه به جدول هم‌بستگی می‌توان نتیجه گرفت که صفات طول بلال، قطر بلال، تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف در بلال در تغییرات عملکرد دانه در شرایط کم‌بود رطوبت خاک می‌توانند تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای داشته باشند. در نتیجه با اصلاح این صفات در هیبریدها می‌توان تا حدود زیادی از کاهش عملکرد در اثر تنش خشکی اجتناب نمود.

در این آزمایش هیبرید شماره ۴ (KSC700) به دلیل تعداد روز تا گرده‌افشانی (۷۰ روز) و میانگین تعداد بلال در بوته بیش‌تر (۰/۹۴) و طول بلال بیش‌تر (۲۱/۵۵ سانتی‌متر) و عملکرد دانه بیش‌تر (۱۲۹۶۱ کیلوگرم در هکتار) و با عملکرد علوفه خشک (۱۵۵۶۵ کیلوگرم در هکتار) به عنوان بهترین هیبرید شناسایی گردید و هیبرید K3544/1×K47/2-2-1-2-1-1-1 دارای کم‌ترین میزان عملکرد دانه بود که کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در شرایط تنش

میانگین رژیم‌های مختلف آبیاری نشان داد که بیش‌ترین عملکرد علوفه خشک با میانگین ۱۷۸۷۱ کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی متر تبخیر بوده و در تیمارهای آبیاری پس از ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی متر تبخیر، عملکرد علوفه خشک به ۱۵۳۸۱ و ۹۸۶۲ کیلوگرم در هکتار، به ترتیب ۱۴ درصد و ۵۴ درصد نسبت به تیمار آبیاری پس از ۷۰ میلی متر کاهش نشان دادند.

جدول ۵- ضرایب هم‌بستگی بین عملکرد و صفات مورد بررسی

Table 5- Traits correlation coefficients

عملکرد kernel yield	تعداد دانه در ردیف number of kernels per row	تعداد ردیف در بال number of rows per ear	تعداد بلال در بوته number of ear in corn	قطر بلال ear diameter	طول بال ear length	فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل Period of Pollination until silk emergence	تعداد روز تا ظهور سیلک Number of days until silk emergence cords	تعداد روز تا گرده‌افشانی Number of days until to Pollination
							0.84**	تعداد روز تا ظهور سیلک Number of days until silk emergence cords
							0.26**	فاصله زمانی گرده‌افشانی تا ظهور کاکل Period of Pollination until silk emergence
						-0.13 ^{ns}	-0.35**	-0.27**
						0.70**	- ^{ns} 0.09	-0.41**
				0.24**	0.44**	0 ^{ns}	- ^{ns} 0.03	- ^{ns} 0.02
			0.05 ^{ns}	0.49**	^{ns} 0.06	0.18*	0 ^{ns}	- ^{ns} 0.10
		-0.06 ^{ns}	0.29**	0.64**	0.83**	- ^{ns} 0.16	-0.41**	-0.31**
	0.81**	0.23*	0.51**	0.76**	0.79**	-0.15 ^{ns}	-0.33**	-0.24**
0.67**	0.66**	0.17*	0.41**	0.58**	0.72**	-0.21*	-0.28**	- ^{ns} 0.15

ns: غیر معنی‌دار، * و ** به ترتیب، معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد
ns, * and **: Non significant, significant at P<0.05 and P<0.01 respectively

References

- 1- Abrecht, D. G., and Carberry. P. S. 1991. The influence of water deficit prior tassel initiation on maize growth. Field Crops Research 31: 55-69.
- 2- Andrade, F. H., Echarte, L., Rizzalli, R., Della Maggiora, A., and M. Casanovas. 2002. Kernel number predication in maize under nitrogen or water stress. Crop Science 42:1173-1179.
- 3- Azari ki, M. 2002. Effect of drought stress on yield and yield components of maize 3 varieties in Mogan. Master thesis. University of Tabriz.
- 4- Azari Nasrabadi, A. 1999. Diversity and relationships in agronomic traits and yield components in corn with the application of the factor. Master thesis, Faculty of agriculture, University of Tehran.
- 5- Bolanos, J., and Edemedes. G.O. 1996. The importance of the anthesis-silking interval inbreeding for drought. Tolerance in tropical maize. Field Crops. Research 48:65-80.
- 6- Bolanos, J. and Martinaz. L. 1993. Eight cycles of selection for drought tolerance in low land tropical maize. Responses in drought adaptive physiological and morphological trait. Field Crop Research 31: 269- 286.
- 7- Budiarti, S.G. 1997. Green house and field test of maize varieties for drought tolerance. Simposioun NASI onal dan Kongres. Green house and field test of maize varieties for drought tolerance. Simposioun NASI onal dan

- Kongres.PERIPI – Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia (Indonesia) 24-25.
- 8- Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crops Research* 89:1-16.
 - 9- Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F.W., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A.M., Francia, E., Mare, C., Tondelli, A. and Stanca, A. M. 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. *Field Crop Research* 105: 1-14
 - 10- Coors, J.G. 1995. Grain yield and nutritional quality of corn silage. Final 4 year UW corn silage research consortium meeting Madison. WS unpublished.
 - 11- Curran, B. and Posch. J. 2000. Agronomic management of silage for yield and quality: silage cutting height. *Crop Insights Vol:10(2)*. Pioneer Hi-bred International .INC.
 - 12- Denmead, O.T. and Show. R.H. 1960. The effect of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yield of corn. *Agronomy Journal* 52: 272- 274.
 - 13- Desclaux, D. and Roumet, P. 1996. Impact of drought stress on the phenology of two soybean (*Glycine max* L. Merr) cultivars. *Field Crop Research* 46: 61-70.
 - 14- Fatemi, R. B. Khraryan, Ghanbari, O. and Valizadeh. M. 2001. Effects of different regimens and the need for irrigation water on corn yield and yield components Sngl 704, *Journal of Agricultural Sciences* 12(1): 140-133.
 - 15- Grant, R.F., B.S. Jackson, Kiniry, J.R. and Arkian. G.F. 1989. Water deficit timing effects on yield components in maize. *Agronomy Journal* 81:61-65.
 - 16- Hamidi, S. 2001. Evaluation of delayed corn hybrids under drought stress conditions in grain filling stage of drought tolerance indices, and path analysis. Master's thesis, Faculty of agriculture, University of Mazandaran.
 - 17- Herrero, M.P., and Johnson. R.R. 1981. Drought stress and its effects on maize reproductive system. *Crop Science* 21: 105-110.
 - 18- Karimi, M.M. Esfahani, M, Bigloei, B, and Gasemi, A. 2009. The impact of irrigation on Factors low-growth indicators morphologically and maize in the climatic conditions of Rasht. *Electronic journal of production of crop plants* 2(2): 109-91.
 - 19- Kumar, A. and Singh, D.P. 1998. Use of physiological indices as a screening technique for drought tolerance in oilseed Brassica species. *Annals of Botany* 81: 413- 420.
 - 20- Lauer, J. 2003. What happens with in the corn plant when drought occurs. *Wisconsin Crop Manager* 10(22): 153-155.
 - 21- Mark, G. J., Boyle, S. Boyer. and Mogan, W. 1991. Stem infusion of liquid culture medium prevents reproductive failure of maize at low water potential. *Crop Science* 31: 1246-1252.
 - 22- Nesmith, D.S. and Ritchie, J.T. 1992a. Maize (*Zea mays* L.) response to a severe soil water- deficit during grain filling. *Field Crops Research* 29: 23-35.
 - 23- Osborne, S.L., Schepers, D.D., Francis, J. S. and Schlemmer, M.R. 2002. Use of spectral radiance to estimate in-season biomass and grain yield in nitrogen and water stress on corn. *Crop Science* 42:165-171.
 - 24- Prakob, J.A. 1996. Effect of plant densities and planting dates on some agronomic characteristics and grain yield of field corn varieties. Thesis (M. S. in Agriculture) Bangkok, pp 129.
 - 25- Rashidi, Sh. 2005. Effect of drought stress at different growth stages and different levels of nitrogen fertilizer on yield and yield components of maize TC647 in Khuzestan weather conditions. Master thesis Agriculture University of agricultural sciences and natural resources, Khuzestan.
 - 26- Ranjbar, h. 2005. Effect of drought stress and thinning at different growth stages on yield and physiological, morphological characteristics, seed yield components of maize hybrid 704 Single. Master thesis, Faculty of agriculture, University of Shiraz.
 - 27- Shoaie Hosseini, M.M. Parsi, and Khavari Khorasani. S. 2008. Effects of water deficit on yield and yield components in hybrid corn using path analysis. *Journal of Agricultural Science*. 92(1): 85-71.
 - 28- Safarhamidi, H, 2005. Evaluation of maize under drought stress conditions delayed hybrids in grain filling stage of drought tolerance indices, and causality. Master thesis, University of Mazandaran.
 - 29- Saeed, M; MT. Masood., M.B. Gill and Akhtar. M. 1997. Agromorphological response of maize to water stress. *Pakistan Journal of Botany* 29(3): 103- 111.
 - 30- Song F.B., and Dai. Y.Y. 2000. Effect of drought stress on growth and development of female inflorescence and yield of maize. *Journal of Agricultural University* 22(1): 18-22.
 - 31- Stone. P.J, D.R, Wilson and Reid. J.B, 2001. Water deficit effects on sweet corn. I. Water use, radiation use efficiency, growth, and yield. *Australian Journal of Agricultural Research* 52(1): 103- 113.
 - 32- Traore, S.B., Carlson, R.E., Pilcher, C.D., and Rice, M.E. 2000. *Bt* and *Non-Bt* maize growth and development as affected by temperature and drought stress. *Agronomy Journal* 92: 1027-1035.
 - 33- Westgate, M.E., and Boyer, J.S. 1986. Reproduction at low silk and water potential in maize. *Crop Science* 26: 951-956.
 - 34- Westgate, M.E. 1994. Water status and development of the maize endosperm and embryo during drought. *Crop Science* 34:76-83.

- 35- Yazar, A., Sezen, S. and Gencel, B. 2002. Drip irrigation of corn in the Southeast Anatolia Project (SAP) area in Turkey. *Irrigation and Drainage* 51:293-300.
- 36- Zinselmeier, C., M.E. Westgate and R.J. Jones. 1995. Kernel set at low water potential does not vary with source / sink ratio in maize. *Crop Science* 35: 158-163.

Effects of Drought Stress on Vegetative and Reproductive Stages of Forage and Kernel Corn Hybrids

M. Hajibabaei^{1*} - F. Azizi²

Introduction

Maize is one of the most important cereals which its global production is severely affected by drought in many parts of the world. One of the best ways of water management on field is to choose the proper variety which could be chosen indirectly by the traits affecting the grain yield.

Materials and Methods

In order to study the effect of drought stress in vegetative and reproductive stages in 14 corn hybrids, an experiment was conducted at the experimental field of Seed and Plant Improvement Institute of Karaj, in 2009. The Research Station located in 50°, 55' eastern latitude and 35°, 47' northern longitude with 1254 height above mean sea level (AMSL). The soil texture of the location was loam-clay with pH= 7.5 and the Electrical Capacity (EC) = 0.7 dsm⁻¹. The experiment was carried out using split-plot in a randomized complete block design (RCBD) with three replications. The main plots consisted of three levels of irrigation regimes (irrigation after 70, 100 and 130 mm cumulative evaporation from evaporation pan class A) and sub-plots included 14 new corn hybrids. Includes eleven new hybrids such as (K47/2-2-1-4-1-1-1×MO17, K3653/2×K19, KLM76004/3-2-1-1-1-1-1×K3545/6, K3653/2×MO17, K74/2-2-1-2-1-1-1-1-1×K3545/6, K47/3-1-2-7-1-1-1×MO17, K47/2-2-1-2-2-1-1-1×K3544/1, KLM76004/3-2-1-1-1-1-1-1×K3544/1, K47/2-2-1-2-1-1-1-1-1×K3544/1, KLM77029/8-1-2-3-2-3×MO17 and KLM76005/2-3-1-1-1-1-1×MO17) and three hybrid control (KSC704, KSC720, KSC700). Irrigation time was determined using daily evaporation rate of standard class A evaporation pan. To determine the volume of water per irrigation, a sample of each plot from depth of root development was prepared before irrigation. The samples were kept in oven 80°C for 24 hours. The weight of soil moisture content was calculated and the volume of water per irrigation was calculated using equations 1 and 2.

$$1: H = \rho_b (\theta_{F.C} - \theta_m) D$$

$$2: V = H \times A$$

Where H is the water height in the plot, ρ_b is soil bulk density, $\theta_{F.C}$ is the moisture level at field capacity, θ_m is plot moisture mass desired at irrigation time, D is the root development depth, V is the volume of irrigation water in the plot, and A is the plot area. From each plot 10 plants were randomly selected to determine traits such as dry forage yield per hectare. In this experiment kernel yield per hectare, Dry forage yield per ha, Number of days until to pollination, number of days until silk emergence cords and period of pollination until silk emergence, ear length, ear diameter, number of ear in corn, number of kernels per row and number of rows per ear measured and calculated.

Results and Discussion

The results showed that hybrid differences in terms of number of days until the pollination, number of days until silk emergence cords, period of pollination until silk emergence and ear length was significant at 1% probability level. No significance differences were observed between hybrids for kernel yield, total number of kernels per ear, number of ear in corn and ear diameter. Hybrid and irrigation regimes interactions were not significant for any of the traits except for ear length that represent the same reaction of hybrids to the irrigation regimes. Evaluation of dry forage showed significant difference between years ($P < 0.01$). Means comparison of the years showed that dry forage yield was lower in the first year (Table 3). Interaction effect of irrigation regimes \times year was significant and statistically caused non-significant difference for dry forage yield in the irrigation regimes. This difference could be due to low ability of hybrids in uptake, transport and food construction during water shortages that led to reduce dry matter accumulation. Dry weight loss and reduce of photosynthetic materials due to water limitation have also been reported by other researchers. There were no

1- Ph.D Student, Ferdowsi University of Mashhad, International Campus, Mashhad, Iran

2- Assistant Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran

(* - Corresponding Author Email: hajibabae_m@yahoo.com)

significant difference among hybrids, but the highest amount of dry forage yield was in hybrid 8 and the lowest was in hybrids 3, 5, 10 and 11. Also, all the traits except number of ear per plant were affected by drought stress that caused significant difference ($P < 0.01$) among hybrids. Changing irrigation regimes from normal to severe stress conditions decreased grain yield and dry forage yield by 32% and 44%, respectively.

Conclusions

Hybrid KSC700 determined as more tolerant (12961 and 15565 kg ha⁻¹ grain yield and dry forage yield, respectively). Higher yield of KSC700 can be attributed to its long growth stage; therefore, the hybrid had more time for production and accumulation of assimilates.

Keywords: Ear Length, Forage and Kernel Yield, Irrigation Regimes, Number of Days Until to Pollination