مجله علمی پژوهشی زیست‌فناوری گیاهان زراعی
سال هفتم، شماره بیستم، زمستان ۱۳۹۶ (۷۴-۶۵)

Crop Biotech.
Winter (2017) 20: 65-74.

تأثیر زمان قطع آبیاری بر راندمان مصرف آب و محتوای پرولین برگ شش رقم ذرت شیرین در شرایط آب‌وهوایی میلاجرد

طیبه بساکی[1*]، بابک پیکرستان[2]، سیدمجتبی خیام‌نکوئی[3]
۱. استادیار، گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۲. مربی، گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۳. دانشیار، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۱۲/۲۶)

The Effect of Irrigation Cutting on Water Use Efficiency and Proline Content of Six Sweet Corn Varieties in Milajerd Conditions

Tayebeh Basaki[1*], Babak Peykarestan[2], Seyed Mojtaba Khayam-Nekouei[3]
1. Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran.
2. Instructor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran.
3. Associate Professor, Faculty of Biological Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
(Received: Jan. 2, 2018 -Accepted: Mar. 17, 2017)

چکیده

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۹٤و ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه پیام نور واحد میلاجرد اجرا شد. سطوح قطع آبیاری شامل S_0: آبیاری کامل، S_1: قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی، S_2: قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه به‌عنوان کرت‌های اصلی و شش هیبرید مختلف ذرت شیرین شامل KSC.403، KSC.404، Chase، Obsession، Basin، Merit در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج تأثیر متقابل تیمارها نشان داد بیشترین مقدار عملکرد دانه به تیمار آبیاری کامل در هیبرید Obsession با میانگین ۸۹۱۲ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه به تیمار قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی در هیبرید Meritبا ۷۱۰۲ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که اختلاف ۲۵/٤۸ درصدی داشتند. بیشترین کارآیی مصرف آب در شیوه قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی در هیبرید Obsession با میانگین ۰/٦۵ کیلوگرم در مترمکعب و کمترین در شیوه آبیاری کامل در هیبرید Merit با میانگین ۰/۱۹ کیلوگرم در مترمکعب به دست آمد که اختلاف ۲۲٦ درصدی بین آن‌ها مشاهده شد. بیشترین مقدار پرولین برگ به تیمار قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی در هیبرید Merit با میانگین ۳۳/۱۲ میلی‌گرم بر گرم و کمترین به تیمار آبیاری کامل در هیبرید Obsession با ۲۲/۱۱ میلی‌گرم بر گرم تعلق گرفت که در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشتند. بر طبق نتایج تحقیق، در شرایط کم‌آبی منطقه، استفاده از الگوی قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی با کاهش ۲۹ درصدی آب مصرفی و افت ناچیز ۳ درصدی عملکرد دانه، در ارقام ذرت شیرین به‌خصوص در ارقام Basin و Obsession برای منطقه میلاجرد در استان مرکزی قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: راندمان مصرف آب، پرولین، ذرت.

Abstract

This experiment was conducted as split plots in randomized complete block design with four replications in 2014 and 2015 at Research Farm of Payam Noor University, Milajerd branch. Irrigation cuttings included S_0: Complete irrigation, S_1: Irrigation cut at 8-leaf stage, S_2: Irrigation cut off at seed filling stage as main plots and six different hybrids of sweet corn including Merit, Basin, Obsession, Chase, KSC.404, KSC .403 in sub plots. The results of interaction of treatments showed that the highest grain yield was obtained from full irrigation treatment at Obsession with 8912 kg. ha^{-1} and the lowest grain yield was obtained from 8 liters of broth treatment in Merit with 7102 kg. ha^{-1} which The difference was 25.84%. The highest water use efficiency was obtained in irrigation cuttings at 8-leaf stage in Obsession hybrid with a mean of 0.65 kg. m^{-3} and the lowest in the total irrigation method in Merit with a mean of 0.19 kg. m^{-3}, with a difference of 226%. The highest amount of proline observed in the irrigation cuttings at the 8th leaf stage in Merit hybrid with mean of 12.23 mg. g^{-1} and the lowest in full irrigiation hn Obsession hybrid with 22.11 mg. g^{-1}, which had a significant difference at 1% level. According to the results of research, in irrigated cutting pattern, it is recommended to use cut off at seed filling stage with 14% reduction of water consumption in sweet maize varieties, especially in Basin and Obsession hybrids for Milajerd region in Markazi province.

Keywords: Proline, Water Use Efficiency, Zea.

* نویسنده مسئول: طیبه بساکی
E-mail: t.basaki@pnu.ac.ir

مقدمه

کم بودن منابع آب شیرین ازیک‌طرف و افزایش جمعیت از طرف دیگر نیاز به استفاده مؤثرتر از آب برای افزایش عملکرد را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد (Adiloglu *et al.*,2012). کمبود آب و تنش ناشی از آن از جمله عوامل مهمی است که تولیدات کشاورزی را در ایران با محدودیت مواجه ساخته و بازده استفاده از مناطق خشک را کاهش می دهد. تنش کمبود آب از تنش‌های عمومی می‌باشد که اثرات بسیار نامطلوب بر رشد و تولید گیاهان زراعی می‌گذارد (Ahmadi *et al.*, 2013). تنش خشکی باعث خسارت به غشاء و سیستم فتوسنتزی می‌شود. فتوسنتز، می‌تواند به وسیله تنش خشکی از دو طریق تحت تأثیر قرار بگیرد، اول بسته شدن روزنه‌ها و کاهش دی‌اکسیدکربن به درون سلول و دوم از طریق کاهش پتانسیل آب سلول روی ساختمان‌های پیچیده فتوسنتزی، همچنین تنش خشکی رشد ریشه‌ها و ساقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و ممکن است، باعث کاهش سطح برگ گیاهان شود (Anderson *et al.*, 2012). برگ‌ها در سازوکار اجتناب از خشکی ذرت نقش مهمی را بر عهده دارند. آرایش برگ، زاویه و درجه پیچش آن از سازوکارهای مهم کاهش خسارت کمبود آب وسازگاری با شرایط مذکور است. کمبود آب اشباع برگ، عامل پیچش برگ به ویژه در طول ظهر می‌باشد. لوله‌شدن برگ در پتانسیل حدود ۱/۵ مگاپاسکال رخ می‌دهد (Ashraf *et al.*, 2012). که پیامد حاصل از کاهش فشار تورژسانس سلول‌های بالیفرم اطراف رگبرگ می‌باشد. پتانسیل آب برگ همبستگی منفی با پیچش برگ دارد، لذا حفظ پتانسیل آب برگ عامل مهمی در عملکرد گیاه است (Ahmadi *et al.*, 2013). تنش خشکی باعث تحریک پیری (زردشدن برگ‌ها) و در نتیجه کاهش کلروفیل شد (Cakmak *et al.*, 2008). محتوای نسبی آب برگ ممکن است تعادل بین آب تأمین شده برای برگ و سرعت تعرق را بهتر از سایر اجزای روابط آبی منعکس کند، لذا آن را شاخص مناسبی برای نشان دادن وضعیت آبی برگ دانسته‌اند (Ernest *et al.*, 2013). تنش خشکی میزان کلروفیل برگ را کاهش می‌دهد و با تأثیر منفی بر دوره‌های ابریشم‌دهی و گرده افشانی منجر به کاهش عملکرد گیاه می شود. (Evelin *et al.*,2014). تنش قطع آب در مرحله هشت برگی و شیری شدن دانه به ترتیب و به طور میانگین محتوای کلروفیل برگ را بین ۸ تا ۱۰ درصد کاهش داد (Cakmak *et al.*, 2008). تنش شدید ممکن است منجر به تأخیر در ظهور کاکل تا پایان گرده‌افشانی شود که این اتفاق می‌تواند به علت عدم دسترسی گیاه به آب کافی برای رشد سلول‌های رشته‌های کاکل باشد (Adiloglu *et al.*,2012). تنش رطوبتی در مرحله کاکل دهی و تشکیل بلال موجب کاهش شدید عملکرد دانه می‌شود. تنش در مرحله کاکل دهی موجب تأخیر در ظهور گل‌آذین ماده می‌شود. همچنین، اعمال تنش رطوبتی در مرحله رشد رویشی باعث افت ۲۳ درصدی ماده خشک تولیدی شد. تنش خشکی در مرحله برشدن دانه باعث کاهش تجمع ماده خشک دردانه می‌گردد و این تأثیر درنتیجه کوتاه شدن دوره رشد مؤثر دانه صورت می‌گیرد (Ahmadi *et al.*, 2013). هیبریدهای زودرس نسبت به انواع دیررس سازگاری بهتری به کمبود آب‌دارند که این امر می‌تواند موجب بهبود عملکرد آن‌ها شود. در شرایط تنش خشکی انتهای فصل ممکن است ژنو تیپ‌های زودرس از تبعات سوء تنش خشکی فرار کنند (Evelin *et al.*,2014).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در مزرعه دانشگاه پیام نور میلاجرد به‌صورت اسپیلت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه پیام نور میلاجرد با مختصات جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۸ دقیقه طول شمالی و ۳۴ درجه و ۳ دقیقه عرض

شرقی و ارتفاع ۱۷۱۱ متر از سطح دریا اجرا گردید. قبل از انجام آزمایش به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌برداری از خاک مزرعه انجام و مورد تجزیه قرار گرفت. نتایج بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آزمایش در جدول ۱ نشان داده‌شده است. در این بررسی تیمارهای آبیاری شامل آبیاری کامل مزرعه (S_0) (شاهد)، قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی (S_1) و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه (S_2) در کرت‌های اصلی قرار گرفتند (Lutts *et al.*,2006) شش رقم ذرت شیرین شامل: Merit=V_1، Chase=V_2، KSC.403=V_3، KSC.404=V_4، Basin=V_5، Obsession=V_6[1] در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. هیبریدهای ۴۰۳ و ۴۰۴ با دوره رویش ۹۰ تا ۱۰۰ روزه و به‌عنوان کشت بهاره برای اکثر مناطق کشور قابل توصیه می‌باشند. ارقام ۴۰۳ و ۴۰۴ ارقام دارای عملکرد بالا هستند و برای مزارعی که دو بار در سال کشت می‌شوند و کشت بهاره ذرت آن‌ها به سرمای پاییزه برخورد می‌کند نیز مناسب تشخیص داده شده‌اند (Friedrick *et al.*, 2012). ذرت شیرین چیس و مریت در گروه‌بندی ذرت‌های شیرین از انواع معمولی بوده که رقم چیس فوق‌العاده زودرس بوده و دارای بلال زردرنگ کشیده و خوش‌فرم با طعم و شیرینی بسیار خوب است (Ghatavi *et al.*, 2012). واریته مریت یکی از شناخته‌شده‌ترین ارقام ذرت شیرین زرد در سراسر جهان است. ذرت باسین و ابسسین نیز از ارقام ذرت شیرین دارای عملکرد بالا و سازگار با منطقه میلاجرد هستند در پاییزدر هر دو سال با استفاده از گاوآهن برگردان دار، زمین موردنظر شخم زده‌شده و در بهار جهت تسطیح زمین از دو دیسک عمود برهم استفاده گردید. کاشت به‌صورت دستی در تاریخ ۲۰ اردیبهشت‌ماه در هردو سال انجام گرفت. طول هر کرت ۵ متر و عرض شامل پنج ردیف کشت بافاصله ۷۵ سانتی‌متر بود. فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. کنترل علف‌های هرز به‌صورت دستی انجام شد. در طول مرحله رشد رویشی از کود اوره به میزان ۷۵ کیلوگرم در هکتار استفاده شد و مبارزه با آفات و بیماری‌ها نیز مطابق با توصیه‌های فنی در طول دوره رشد صورت گرفت (Payero *et al.*, 2009). برای تأمین شرایط مطلوب رشد و نمو در این بررسی از ۲۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و فسفات آمونیوم در هکتار هم‌زمان با کاشت استفاده گردید (Kaman *et al.*, 2011). همچنین۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در چهار مرحله که یک نوبت آن هم‌زمان با کاشت و سه نوبت نیز به‌صورت سرک در مراحل ۸ برگی، آغاز تشکیل گل‌های نر و در زمان شیری شدن دانه‌ها مصرف شد (Layer *et al.*, 2003). مبارزه با علف‌های هرز در طول دوره رشد به‌صورت دستی و آبیاری به‌صورت نشتی انجام گرفت (Loongenecker *et al.*, 2009). برای تعیین میزان آب موردنیاز در هر بار آبیاری، از میزان رطوبت وزنی خاک استفاده گردید. به این منظور، ۲۴ ساعت پیش از هر آبیاری، از چهار عمق خاک مزرعه (۰ تا ۳۰، ۳۰ تا ۶۰، ۶۰ تا ۹۰، ۹۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متری) نمونه‌برداری شد و پس از خشکاندن در تاوَن، میزان رطوبت وزنی خاک تعیین گردید. بر این اساس، میزان آب موردنیاز برای آبیاری تا رسیدن رطوبت خاک به حد گنجایش زراعی محاسبه گردید. محاسبه میزان آب موردنیاز در هر بار آبیاری، با استفاده از معادله زیر صورت گرفت:

$$dn = \frac{(Fc - \theta m) \times \rho b \times D}{100}$$

که dn عمق آب موردنیاز برای آبیاری، Fc حد گنجایش زراعی خاک مورد آزمایش برحسب درصد وزنی، θm رطوبت وزنی خاک، ρb چگالی ظاهری خاک و D عمق نمونه‌برداری از خاک است. حجم آب موردنیاز در هر بار آبیاری از ضرب عمق آب در مساحت هر کرت (۲۴ مترمربع) تعیین شد. آبیاری

1. Super Sweet corn

کرت‌ها با استفاده از شیلنگ صورت گرفت و میزان آب ورودی به هر کرت با استفاده از دبی جریان آب اندازه‌گیری شد. برداشت نهایی به هنگام رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌های ذرت شیرین، در مرحله خمیری نرم صورت گرفت (Lutts *et al.*, 2006). در برداشت نهایی، بوته‌های یک مترمربع از وسط هر کرت از سطح خاک بریده شد. تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، طول بلال و عملکرد دانه (با رطوبت ۱۴٪)، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک تعیین شد. برای تعیین وزن هزار دانه، چهار نمونه ۱۰۰ تایی به‌صورت تصادفی از دانه‌های جداشده از بلال انتخاب و وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. وزن خشک نمونه‌ها پس از خشکاندن درآون تهویه دار، در دمای ثابت ۷۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت (۷۲ ساعت)، با استفاده از ترازوی دیجیتال (با دقت صدم گرم) تعیین گردید (Nouri Azhar *et al.*, 2007). هدف اصلی از انجام این تحقیق مطالعه تأثیرات قطع آبیاری در مرحله رویشی و زایشی ارقام ذرت شیرین با تأکید بر راندمان مصرف آب بود. کار آیی مصرف آب از طریق معادله زیر محاسبه گردید:

$$WUE = \frac{YEC}{W} \quad (1)$$

که در این معادله YEC: عملکرد اقتصادی دانه ذرت با رطوبت ۱۵ درصد برحسب کیلوگرم و w: آب تأمین‌شده (آبیاری) برحسب مترمکعب است (Rahnama *et al.*, 2006). نتایج حاصل از صفات موردبررسی در این تحقیق توسط نرم‌افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت (Rakers *et al.*, 2013).

جدول ۱. وضعیت و مشخصات خاک مزرعه

سال	درصد				قسمت در میلیون							درصد			
	بافت خاک	رس	سیلت	شن	مس	منگنز	روی	آهن	پتاسیم	فسفر	نیتروژن	درصد مواد آلی	درصد اشباع	اسیدیته	هدایت الکتریکی
۱۳۹۳	لومی	/۳	۳۲	۳۸	۱/۲۱	۶/۱۲	۰/۸۶	/۷۳	۳۸۸	۲۵/۱۳	۰/۱۷	۱/۳۸	۳۳	۸/۱۰	۱/۳۳
۱۳۹۴	لومی	/۲۳	۳۱	۳۶	۱/۲۳	۶/۲۱	۰/۹۳	/۸۲	۳۵۴	۲۶/۰۸	۰/۱۶	۱/۳۱	۳۵	۸/۰۱	۱/۳۶

جدول ۲. میزان آبیاری در الگوهای مختلف آبیاری

تیمار آب آبیاری	تعداد دفعات آبیاری	میزان آب آبیاری (مترمکعب در هکتار)
آبیاری کامل (S_0)	۷	۹۰۰
قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی (S_1)	۴	۵۲۶
قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی (S_2)	۵	۷۰۲

جدول ۳. وضعیت دمای بیشینه و کمینه و میزان بازندگی در سال زراعی انجام آزمایش

سال ۱۳۹۴	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی
دمای بیشینه (سانتی‌گراد)	۴/۲	۸/۶	۱۳/۵	۱۹/۶	۲۵/۶	۳۲/۵	۳۵/۸	۳۴/۹	۳۰/۸	۲۳/۱	۱۴/۸	۷/۶
دمای کمینه (سانتی‌گراد)	-۵/۷	-۳/۸	۲/۰	۷/۰	۱۱	۱۵/۳	۱۸/۸	۱۷/۵	۱۳	۷/۸	۲/۶	-۲/۲
بارش (میلی‌متر)	۵۴/۷	۴۷/۶	۵۳/۱	۵۳/۴	۳۱/۹	۱/۵	۰/۶	۱/۱	۰/۷	۱۸/۵	۳۱/۶	۵۱/۰
سال ۱۳۹۵	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی
دمای بیشینه (سانتی‌گراد)	۵/۳	۷/۲	۱۲/۸	۱۸/۷	۲۴/۴	۳۱/۳	۳۳/۸	۳۲/۹	۳۱/۷	۲۱/۲	۱۲/۳	۸/۲
دمای کمینه (سانتی‌گراد)	-۴/۷	-۴/۸	۱/۸	۵/۸	۱۲/۱	۱۶/۱	۱۷/۹	۱۸/۴	۱۲/۹	۸/۹	۳/۶	-۲/۸
بارش (میلی‌متر)	۵۳/۷	۴۹/۶	۵۱/۲	۴۵/۵	۳۳/۸	۳/۲	۰/۷۸	۱/۲	۰/۷	۱۹/۴	۳۲/۳	۴۷/۸

جدول ۴. جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	وزن هزار دانه	راندمان مصرف آب	میزان پرولین در برگ
سال	۱	۹/۹۸$^{n.s}$	۰/۲۱$^{n.s}$	۷۳۰۹۳۲۵/۹۰$^{n.s}$	۷۱/۵$^{n.s}$	۱۲/۲۲$^{n.s}$	۰/۱۲$^{n.s}$	۱۱/۲^{ns}
تکرار (سال)	۳	۱۰/۱۱$^{n.s}$	۳/۴۶$^{n.s}$	۹۲۰۲۵۱۵/۷۰$^{n.s}$	۱۰۵۷۸۹۵/۵۴$^{n.s}$	۲۵۴/۰۱$^{n.s}$	۱/۴۲$^{n.s}$	۱/۰۰۲^{ns}
الگوی آبیاری	۲	۰/۰۲**	۰/۵۱**	۳۶۱۲۴۱۷۲/۶۶**	۶۱۳۶۶۷۶۴/۱۲**	۱۱۶/۶۲**	۱/۲۱$^{n.s}$	۷۶/۴**
الگوی آبیاری × سال	۳	۸/۸۷$^{n.s}$	۰/۴۴$^{n.s}$	۷۳۰۹۳۲۵/۹۰$^{n.s}$	۶۱/۲۵$^{n.s}$	۱۱/۷۸$^{n.s}$	۱/۲۴$^{n.s}$	۷/۷۶
خطای اصلی	۶	۱۰/۲۴	۵/۵۶	۷۱۲۳۰۴۲	۱۶۴۸۱۱۸۸/۴۵	۱۰/۰۹۵	۱/۲۶	۲/۱۰^{ns}
رقم	۵	۰/۰۶**	۱/۲۲**	۲۲۵۵۲۴۱۹۵/۳۰**	۱۳۰۳۰۰۰/۴**	۳۸۱/۴۳**	۰/۱۲$^{n.s}$	۱۱/۷۳**
سال × رقم	۵	۹/۲۳$^{n.s}$	۱/۲۶**	۲۵۹۸۳۲۵/۷۶$^{n.s}$	۱۴/۰۵$^{n.s}$	۶/۷۷$^{n.s}$	۰/۱۶$^{n.s}$	۱/۲۰^{ns}
الگوی آبیاری × رقم	۱۰	۰/۰۲**	۱/۲۹**	۹۵۸۷۳۸۱۴۹/۱**	۱۲۱۲۶۲۹/۷۴**	۶۳/۴۰**	۰/۱۲$^{n.s}$	۱/۲**
سال × الگوی آبیاری × رقم	۱۰	۹/۷۸$^{n.s}$	۰/۳۳$^{n.s}$	۷۹۰۹۳۲۵/۹۰$^{n.s}$	۱۸/۷۵$^{n.s}$	۸/۵۴$^{n.s}$	۰/۱۳$^{n.s}$	۸/۲۲^{ns}
خطای فرعی	۳۶	۰/۰۳	۵/۲۵۱	۳۳۱۰۳۳۲	۲۰۸۰۱۵/۹۸	۶/۶۵	۵/۱۵	۶/۵۱
ضریب تغییرات		۶/۶۷	۷/۴۹	۱۱/۴۵	۱۱/۲۱	۹/۳۳	۹/۵۲	۸/۸۶

جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات متقابل الگوهای قطع آبیاری بر شاخص‌های هیبریدهای ذرت شیرین رشد

تیمار	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (گرم در مترمربع)	وزن هزار دانه (گرم)	راندمان مصرف آب (کیلوگرم در مترمکعب)	پرولین در برگ (میلی‌گرم)
S_0V_1	۲۴^{b}	۱۳/۰۶^{a}	۸۹۹۶/۰۱^{i}	۲۵۶۴^{a}	۳۵۴/۷۰^{c}	۰/۱۹^{j}	۲۷/۰۱^{g}
S_0V_2	۲۴^{a}	۱۳/۰۶^{a}	۹۰۱۱/۳^{i}	۲۵۵۶^{b}	۳۶۸/۸۳^{c}	۰/۲۲^{j}	۲۷/۴۱^{f}
S_0V_3	۲۴^{b}	۱۳/۰۵^{b}	۹۰۱۲/۰^{e}	۲۵۵۱^{c}	۳۷۸/۰۳^{cd}	۰/۲۳^{i}	۲۷/۴۵^{e}
S_0V_4	۲۶^{ab}	۱۳/۰۵^{b}	۹۰۱۱/۷^{f}	۲۶۵۴^{c}	۳۸۰/۴۳^{a}	۰/۲۴^{i}	۲۷/۴۹^{i}
S_0V_5	۲۵^{a}	۱۳/۰۵^{ab}	۹۰۲۲/۰^{a}	۲۶۴۵^{d}	۳۸۸/۲۰^{ab}	۰/۲۶^{hi}	۲۳/۴۵^{i}
S_0V_6	۲۶^{a}	۱۳/۰۶^{a}	۹۰۵۲/۳^{b}	۲۷۱۰^{a}	۳۹۹/۲۰^{a}	۰/۲۹^{gh}	۲۲/۱۱^{i}
S_1V_1	۲۲^{e}	۱۱/۹۶^{d}	۷۱۰۲/۳^{i}	۱۲۵۴^{h}	۲۵۶/۴۰^{f}	۰/۵۵^{f}	۳۳/۱۲^{cd}
S_1V_2	۲۳^{a}	۱۱/۹۶^{cd}	۷۱۲۹/۰^{f}	۱۵۴۲^{e}	۲۵۹/۷۱^{f}	۰/۶۱^{g}	۳۲/۱۲^{b}
S_1V_3	۲۲^{de}	۱۲/۰۲^{k}	۷۱۵۴/۰^{i}	۱۶۵۲^{e}	۲۵۷/۳۱^{hi}	۰/۶۲^{f}	۳۲/۷۳^{c}
S_1V_4	۲۳^{a}	۱۲/۰۱^{f}	۷۱۴۶/۰^{g}	۱۳۲۵^{g}	۳۰۱/۹^{g}	۰/۶۳^{f}	۳۲/۱۴^{cd}
S_1V_5	۲۳^{c}	۱۲/۰۷^{ef}	۷۱۴۳/۰^{g}	۱۵۴۲^{f}	۳۱۱/۹۷^{a}	۰/۶۳^{de}	۳۲/۱۵^{cd}
S_1V_6	۲۳^{c}	۱۲/۰۵^{f}	۷۱۴۷/۳^{h}	۱۵۶۴^{f}	۳۱۲/۵۷^{a}	۰/۶۵^{d}	۳۲/۱۲^{a}
S_2V_1	۲۴^{bc}	۱۳/۰۱^{c}	۷۶۳۸/۷^{c}	۲۵۶۴^{a}	۳۰۹/۲۳^{a}	۰/۴۸^{c}	۲۵/۰۱^{f}
S_2V_2	۲۳^{d}	۱۳/۰۱^{c}	۷۵۰۹/۰^{d}	۲۱۴۵^{d}	۳۱۰/۱۳^{c}	۰/۵۲^{bc}	۲۴/۴۱^{f}
S_2V_3	۲۲^{e}	۱۳/۰۲^{b}	۸۶۱۲/۰^{b}	۲۴۵۱^{b}	۳۰۷/۴۳^{e}	۰/۵۴^{ab}	۲۴/۵۳^{f}
S_2V_4	۲۲^{e}	۱۳/۰۳^{ab}	۸۷۶۶/۷^{ab}	۲۵۴۳^{a}	۳۱۱/۰۲^{bc}	۰/۵۶^{ab}	۲۵/۱۴^{f}
S_2V_5	۲۴^{a}	۱۳/۰۴^{b}	۸۸۴۱/۳^{ab}	۲۳۶۵^{c}	۳۳۵/۴۳^{b}	۰/۵۸^{a}	۲۴/۸۵^{h}
S_2V_6	۲۵^{a}	۱۳/۰۴^{a}	۸۹۱۲/۷^{ab}	۲۶۵۸^{ab}	۳۳۹/۳۳^{a}	۰/۶۱^{a}	۲۴/۷۳^{i}

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون برای هر تیمار دارای اختلاف معنی‌دار در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند. قطع آبیاری (S): S_0= آبیاری کامل (شاهد)، S_1 = قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی، S_2= قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی. ارقام ذرت شیرین: V_1=Merit، V_2=Chase، V_3=KSC.403، V_4=KSC.404، V_5=Basin، V_6=Obsession.

نتایج و بحث

تعداد دانه در ردیف

نتایج تجزیه واریانس تعداد دانه در ردیف بلال نشان داد اثر الگوی قطع آبیاری و هیبرید و برهمکنش آن‌ها بر تعداد دانه در ردیف بلال در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید اما تغییر سال در این تیمار اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۴). در بررسی اثرمتقابل تیمارها مشاهده شد بیشترین تعداد دانه در ردیف به تیمار شیوه آبیاری کامل در هیبرید Obsession با میانگین ۲۶ عدد و کمترین به تیمار قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی در هیبرید Merit با میانگین ۲۲ عدد تعلق گرفت که در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشتند. نتایج Sanders *et al.* (2014) اعلام نمودند تفاوت تعداد دانه در ردیف در شرایط تنش خشکی به دلیل جذب آب مناسب بخصوص در مراحل رویشی ذرت دانه‌ای در تیمارهای آبیاری کامل است. Ahmadi *et al.* (2013) با اعمال رژیم‌های مختلف آبیاری بر هیبریدهای زودرس ذرت به این نتیجه رسیدند اختلاف تعداد دانه در بلال در رژیم‌های آبیاری گوناگون معنی‌دار بود که آن‌ها علت اصلی این امر را به تأخیر در ظهور کاکل‌ها به دنبال اعمال شیوه آبیاری نسبت دادند به‌این‌ترتیب، کاکل‌ها وقتی ظاهر می‌شدند که گرده‌افشانی انجام‌گرفته بود و گرده زنده‌ای برای تلقیح گل‌های ماده وجود نداشت. لذا اکثر تخمک‌ها تلقیح نشده باقی ماند و درنتیجه تعداد دانه در هر ردیف کاهش یافت. Kaman *et al.* (2009) علت کاهش تعداد دانه در ردیف بلال را به عقیمی تخمدان گلچه‌ها در اثر شیوه آبیاری نسبت داده‌اند.

تعداد ردیف در بلال

نتایج تجزیه واریانس ردیف دانه در بلال نشان داد اثر الگوی قطع آبیاری بر تعداد ردیف در بلال معنی‌دار بود. اثر هیبرید و برهمکنش آن‌ها نیز بر تعداد ردیف در بلال در سطوح احتمال معنی‌دار گردید همچنین تغییر سال در این تیمار اثر معنی‌دار نداشت (جدول۴). بر اساس نتایج مقایسه میانگین تعداد ردیف در بلال مشخص گردید قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی بر تعداد ردیف در بلال اثر منفی و معنی‌داری داشت (جدول ۴). بین هیبریدها بیشترین تعداد ردیف در بلال از هیبرید Obsession با مقدار ۱۳/۰۶ به دست آمد که با هیبریدهای دیگر در سطح ۱٪ دارای اختلاف معنی‌دار داشت اما با هیبرید Basin با مقدار ۱۳/۰۵ اختلاف معنی‌دار نداشت. برهمکنش الگوی آبیاری و هیبرید بر تعداد ردیف در بلال حاکی از آن بود که تیمار قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی بر تعداد ردیف در بلال هیبریدها اثر کمتری نسبت به قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی داشته است. در بررسی اثرمتقابل تیمارها مشاهده شد بیشترین تعداد ردیف در بلال به تیمار شیوه آبیاری کامل در هیبرید Obsession با میانگین ۱۳/۰۶ و کمترین به تیمار قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی در هیبرید Merit با میانگین ۱۱/۹۶ تعلق گرفت که در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشتند. Adiloglu *et al.* (2012) و Scot *et al.* (2013) اعلام نمودند تنش خشکی در هیبریدهای زودرس ذرت آجیلی باعث کاهش تعداد ردیف در بلال این هیبریدها گردید. ازآنجاکه تعداد نهایی ردیف دانه پیش از سایر اجزای عملکرد روی ناحیه نموی بلال تعیین می‌شود احتمالاً در مرحله تعیین تعداد ردیف در بلال رقابت بین مقصدهای فیزیولوژیک برای دریافت مواد پرورده وجود داشته و به‌این‌ترتیب اثر تیمارهای موردمطالعه در ردیف در بلال معنی‌داری شده است.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد اثر الگوی قطع آبیاری و هیبرید و برهمکنش آن‌ها بر این صفات در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید، اما تغییر سال در این تیمار اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۴) در بررسی اثرمتقابل

* نویسنده مسئول: طیبه بساکی
E-mail: t.basaki@pnu.ac.ir

تیمارها مشاهده شد بیشترین مقدار عملکرد دانه به تیمار آبیاری کامل درهیبرید Obsession با میانگین ۹۰۵۲ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه به تیمار قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی درهیبرید Merit با میانگین ۷۱۰۲کیلوگرم در هکتار تعلق گرفت که در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشتند نتایج نشان داد میزان عملکرد در تیمارهای با تنش آبی شدیدتر به‌شدت کاهش می‌یابد به‌طوری‌که در قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی میزان عملکرد به حداقل میزان در ارقام رسیده است. در تیمار قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی به نظر می‌رسد با رشد رویشی مناسب ذرت شیرین، ذرت توانسته ثبات عملکرد را حفظ نموده و از آثار تنش آبی در مقدار عملکرد کاسته است. در بررسی الگوهای آبیاری، تنش آبی در قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی در تمام ارقام با افت عملکرد همراه است که نشان از تأثیر آبیاری مناسب در جذب عناصر در گیاه دارد زیرا با کم‌آبی میزان جذب عناصر به‌خصوص عناصر میکرو کاهش می‌یابد که با تحقیق Shahbaz *et al.* (2009) که اعلام نمودند در تیمارهای ۱۵ و ۲۵ روزه آبیاری ذرت، تنش باعث کاهش جذب روی، آهن و بر می‌گردد منطبق است. می‌توان به این نتیجه رسید که تامین آبی مناسب در روش قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی باعث کاهش تاثیر تنش آبی بر عملکرد دانه گردید که این به دلیل افزایش ساختار سبزینه‌ای و افزایش بیوماس گیاه در رشد زایشی است که با نتایج Soleymani Fard *et al.* (2011) منطبق است. با بررسی شیب افت عملکرد در حالت قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی می‌توان دریافت که رقم Obsession و Basin در الگوهای مختلف آبیاری دارای عملکرد بالاتری نسبت به رقم‌های دیگر هستند که Ahmadi *et al.* (2013) نیز همین نتیجه را در روش‌های آبیاری با دوره آبیاری ۱۰، ۱۵ و ۲۰ روزه در این هیبریدها گزارش کردند.

عملکرد بیولوژیک

در بررسی اثرمتقابل تیمارها بالاترین عملکرد بیولوژیک به تیمار آبیاری کامل در هیبرید Obsession با میزان ۲۷۱۰ گرم در مترمربع و کمترین مقدار به تیمار قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی در هیبرید Meri با مقدار ۱۴۲۰ گرم در مترمربع اختصاص یافت. باید در نظر داشت که بین تیمار قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی و تیمار آبیاری شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولیکن بین تیمارهای قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی و قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ مشاهده گردید (جدول ۴). نتایج سایر بررسی‌ها نشان داد نتایج تحقیق حاضر با نتایج Kaman *et al.* (2011) که اعلام نمودند با اعمال شیوه آبیاری در مرحله رشد رویشی ذرت، به این نتیجه رسیده شد که شیوه آبیاری باعث کاهش بارزی در عملکرد بیولوژیک می‌شود منطبق است. Rakers *et al.* (2013) نیز با بررسی شش هیبرید ذرت گزارش کردند قطع آبیاری در مرحله رویشی باعث کاهش عملکرد بیولوژیک می‌شود. Loongenecker *et al.* (2009) اعلام کردند افزایش عملکرد بیولوژیک در تیمار آبیاری مطلوب، به دلیل گسترش بیشتر و طول دوره سبزمانی زیادتر برگ‌ها بوده که منجر به ایجاد مبدأ فیزیولوژیک بزرگ‌تری می‌گردد. Ashraf *et al.* (2012) با بررسی هیبریدهای ذرت در شرایط شیوه آبیاری به این نتیجه رسیدند تنش‌های خفیف که تأثیر کمی بر کاهش سطح برگ هیبریدهای پربرگ دارند، تأثیر چندانی بر تولید ماده خشک این هیبریدها ندارند، اما در تنش‌های شدید که با کاهش بارز سطح برگ همراه است، مقاومت چندانی به تنش نشان نمی‌دهند. شیوه آبیاری هم‌زمان با رشد فعال رویشی بوته‌ها، توسعه اندام‌های گیاه را به تأخیر می‌اندازد. کاهش در اندازه گیاه منجر به کم شدن تولید مواد پرورده در زمان نمو بلال می‌شود. ازاین‌رو، تولید ماده خشک در گیاه به‌اندازه سطح فتوسنتزکننده آن وابسته است (Kaman *et al.*, 2011). Rakers *et al.* (2013) گزارش کردند تنش آبی زودهنگام در مرحله رویشی از طریق کاهش سطح فتوسنتز کننده اثر غیرمستقیمی بر عملکرد دانه ذرت

می‌گذارد.

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس وزن هزار دانه نشان داد تفاوت بین الگوهای قطع آبیاری و هیبرید در صفت وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود اما تغییر سال در این تیمار اثر معنی‌دار نداشت (جدول۲). اثرمتقابل تیمارها نشان داد مقدار ۳۹۹/۲۰ گرم به تیمار آبیاری کامل در هیبرید Obsession و کمترین مقدار به تیمار قطع آبیاریدر مرحله ۸ برگی در هیبرید Meri با مقدار ۲۵۶/۳۰ گرم اختصاص یافت. نتایج این تحقیق با نتایج Nouri Azhar *et al.* (2007) که اعلام نمودند شیوه آبیاری در قطع آبیاری در مرحله رویشی ۷ برگی و ۱۱ برگی با تحت تأثیر قرار دادن درجه باز شدن روزنه‌ها، کاهش فعالیت آنزیم‌های چرخه کالوین، می‌تواند میزان تولید مواد پرورده را به میزان زیادی کاهش داده و از این راه به‌طور مستقیم موجب کاهش وزن هر دانه (ظرفیت مقصد فیزیولوژیک) شود منطبق است. کاهش معنی‌دار وزن هزار دانه در تیمار شیوه آبیاری در مرحله پرشدن دانه را می‌توان به پدید آمدن دانه‌های چروکیده با وزن کمتر که در سایر پژوهش‌ها نیز گزارش‌شده نسبت داد (Cakmak *et al.*, 2008). تأثیر کمبود آب در مرحله پر شدن دانه موجب کاهش فتوسنتز جاری گیاه، کاهش میزان مواد پرورده و درنتیجه چروکیدگی دانه‌های ذرت خواهد شد (Scot *et al.*, 2009). به‌علاوه، کوتاه شدن دوره رشد دانه و درنتیجه زودرسی در اثر تنش آبی که توسط برخی پژوهشگران مشاهده‌شده است (Soleymani Fard *et al.*, 2011). یکی دیگر از دلایل احتمالی کاهش وزن هزار دانه در تیمارهای اعمال تنش، خشکی در مرحله انتقال مواد از سینک به سورس در ذرت است (Ernest *et al.*, 2013).

کار آیی مصرف آب

اثر الگوی قطع آبیاری و هیبرید و برهمکنش آن‌ها بر کار آیی مصرف آب در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید اما تغییر سال در این تیمار اثر معنی‌دار نداشت (جدول ۲). برهمکنش شیوه قطع آبیاری و هیبرید براین صفت حاکی از آن بود که میزان مصرف آب در قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی به میزان ۷۱/۱۰ درصد آبیاری کامل و در قطع آبیاری در مرحله دانه بندی به میزان ۴۹/۴۴ درصد آبیاری کامل بوده است درحالی‌که در قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی به میزان ۶۸ درصد و در قطع آبیاری در مرحله دانه بندی به میزان ۱۳۵ درصد افزایش کار آیی مصرف آب مشاهده‌شده است. در بررسی اثرمتقابل تیمارها مشاهده شد بیشترین کار آیی مصرف آب به شیوه قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی درهیبرید Obsession با میانگین ۰/۶۵ کیلوگرم در مترمکعب و کمترین به شیوه آبیاری کامل درهیبرید Merit با میانگین ۰/۱۹ کیلوگرم در مترمکعب تعلق گرفت که در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشتند. نتایج سایر بررسی‌ها نشان داد نتایج این تحقیق با نتایج Ahmadi *et al.* (2013) که اعلام نمودند قطع آبیاری در مراحل زایشی ذرت دانه‌ای در کار آیی مصرف آب نسبت به تیمار آبیاری کامل به ترتیب ۲۳ درصد افزایش یافت منطبق است. Ahmadi *et al.* (2013) با اعمال رژیم‌های مختلف آبیاری برهیبریدهای زودرس ذرت به این نتیجه رسیدند کارایی مصرف آب بین رژیم‌های آبیاری معنی‌دار بود. آن‌ها علت اصلی این امر را به کاهش مقدار آب آبیاری در شیوه آبیاری نسبت دادند. Kaman *et al.* (2009) در بررسی بر روی شیوه‌های کم‌آبیاری افزایش راندمان مصرف آب در کلیه شیوه‌های کم‌آبیاری را محاسبه نمودند. Amderson *et al.* (2012) تأثیر روی در کار آیی مصرف آب را در اثرمتقابل با تنش خشکی ۱۵ و ۲۰ روزه حاصل اثر روی برافزایش کلروفیل و درنتیجه افزایش عملکرد دانه ذرت دانستند.

میزان پرولین در برگ

در بررسی نتایج اثرمتقابل تیمارها مشاهده شد که بیشترین مقدار پرولین برگ به تیمار قطع آبیاری در

مرحله ۸ برگی درهیبرید Merit با میانگین ۳۳/۱۲ میلی‌گرم بر گرم و کمترین به تیمار آبیاری کامل درهیبرید Obsession با ۲۲/۱۱ میلی‌گرم بر گرم تعلق گرفت که در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشتند. هیبرید Obsession دارای ثبات عملکرد مناسبی در شرایط تنش آبی بوده است. پیرو نتایج مربوط به میزان پرولین، میزان پرولین در تیمارهای با تنش خشکی بیشتر به‌شدت افزایش‌یافته به‌طوری‌که در قطع آبیاری در مرحله ۸ برگی میزان پرولین تا ۳۱٪ افزایش‌یافته است. Rakers *et al.* (2013) بیان داشتند گیاهان برای مقابله با اثرات تنش، املاح سازگار مانند پرولین و ترکیبات آمونیومی را به‌منظور تنظیم اسمزی در سلول تجمع می‌دهند مطابقت دارد. محلول‌پاشی روی باعث کاهش میزان پرولین گردید. Evelin *et al.* (2014) اعلام نمودند که ذرت در شرایط تنش خشکی از طریق افزایش غلظت داخل سلول باعث کنترل میزان پرولین می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تنش آبی در الگوی قطع آبیاری در مرحله هشت برگی گیاه (S_1) صفات وابسته به عملکرد ازجمله عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه را نسبت به تیمار شاهد آبیاری کامل به ترتیب به ۲۵درصد، ۲۹درصد و ۲۸درصد به‌طور معنی‌داری کاهش داد. الگوی قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی گیاه (S_2) باوجود کاهش ۱۴ درصدی در میزان آب مصرفی نسبت به تیمار شاهد افت اجزای عملکردی معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نداشت و بین تیمارهای آبیاری S_0 و S_2 تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در بین هیبریدها، هیبرید باسین و ابسسین با توجه به افت کمتر عملکرد در شرایط تنش خشکی دارای ثبات عملکرد مناسب‌تری نسبت به سایر هیبریدها بودند. با توجه به نتایج تحقیق، کشت ارقام مذکور ذرت شیرین در شرایط کم‌آبی با الگوی آبیاری قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی (کاهش ۱۴ درصدی آب مصرفی) قابل توصیه برای کشاورزان منطقه میلاجرد است.

REFERENCES

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

Ahmadi JH, Zieinal M, Rostami A, Chogun R (2013) Study of drought resistance in commercially late maturing dent corn hybrids. Iranian Journal of Agricultural Science 31: 891-907. (in Persian)

Anderson O, Flix E, Hani HA, Maarton D (2012) Effect of water stress and different nitrogen rates on phenology, growth and development of corn. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 14: 116-12.

Ashraf M, Arno E, Beling HA, Santos D (2012) Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers. Biotechnology Advances 27:84-93.

Bates S, Waldern RP, Teare ED (1973) Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.

Cakmak M, Kapoor R, Mukerji KG (2008) Handbook of Plant and Crop Physiology.Second Edition, Marcel Dekker Inc. New York, 997 p.

Ernest ED, Rinaldi M (2013). Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. Field Crops Research 105: 202-210.

Evelin H, Kapoor R, Giri B (2014) The effect of drought stress in alleviation of saltstress: A review. Annals of

Botany 104: 1263-1280.

Friedrik R, Shimada Y, Asami T, Fujioka S, Yoshida S (2012) Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research 89: 1-16.

Ghatavi RF, Jackson BC, Kiniry JR, Arkin GF (2012) Water deficit timing effects on yield components in maize. Agronomy Journal 81: 61-65.

Kaman H, Kirda C, Sesveren S (2011) Genotypic differences of maize in grain yield response to deficit irrigation. Agricultural Water Management 98: 801-807.

Layer EJ, James RJ, Clegg MO (2003) Using corn maturity to maintain grain yield in the presence of late season drought. Journal of Production Agriculture 12: 400-405.

Loongenecker SR, Jones J, Crookston RK (2009) Effect of water deficit during grain filling on the pattern of maize kernel growth and development. Crop Science 27: 726-730.

Lutts S, Kinet JM, Bouharmont J (2006) NaCl-induced senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity rsistance. Annals of Botany 78: 389-398.

Mathur N, Vyas A (1996) Biochemical changes in corn hybrids. Botanical Bulletin of Academia Sinica 37: 209-212.

Nouri azhar J, Ehsanzedeh, P (2007) Study of relationship of some growth indices and yield of five corn hybrids at two irrigation regime in Esfahan region. Biology and Fertility of Soils 38: 170-175.

Payero JO, Tarkalson DD, Irmak S, Davison D, Petersen JL (2009) Effect of timing of a deficit-irrigation allocation on corn evapotranspiration, yield, and water use efficiency and dry mass. Agricultural Water Management 96: 1387-1397.

Rahnama SR, Parsa M, Nezami A, Ganjeali A (2006) The effects of drought stress at different phenological stages on growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in greenhouse conditions. Iranian Journal of Pulses Research 1(2): 69.

Rakers J, Bressan RA, Zhu JK, Bohnert HJ (2013) Physiological bases for yield differences in selected maize cultivars from Central America. Field Crops Research 42: 69-80

Reynold, P, Westgate ME (2014) Water deficit affects receptivity of maize silks. Crop Science 33: 278-182.

Sanders, OTR, Shaw M (2014) Temperature and soil water effects on maize growth, development, yield and forage quality. Crop Science 36: 341-348.

Scot P, Aboudrare A (2009) Adaptation of crop management to water-limited environment. Europeanm Journal of Agronomy 21: 433-446.

Shahbaz M, Ashraf M (2007) Influence of exogenous application of Brassinosteroid on growth and mineral nutrients of corn under saline conditions. Pakistan Journal of Botany 39, 513-522.

Soleymanifard A, Pourdad SS, Naseri R, Mirzaei A (2011) Effect of drought stress on growth indices of sweet corn in rainfed conditions. Pakistan Journal of Botany 47: 327-340.