Archive of SID

نشریه زراعت شماره ۱۱۱، تابستان ۱۳۹۵

(پژوهش و سازندگی)

واکنش عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تحت تاثیر خشکی نسبی ریشه و کود پتاسیم

- حمید رضا میری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ارسنجان (نویسنده مسئول)
- محمد مهدی شوکتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ارسنجان
- محمد آرمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار

تاریخ دریافت: مرداد ماه ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: مرداد ماه ۱۳۹۴

پست الکترونیک نویسنده مسئول: hmiri2000@yahoo.com

چکیده

اتخاذ روش های تولید گیاهان زراعی به منظور کاهش مصرف و بهبود راندمان مصرف آب از اهمیت زیادی برخودار است. به منظور بررسی واکنش عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تحت آبیاری خشکی نسبی ریشه آزمایشی بصورت آبیاری یک درمیان جوی و پشته ها در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در استان فارس (جنوب شهرستان شیراز) انجام شد. تیمارها شامل چهار سطح آبیاری (شاهد، آبیاری یک در میان جوی و پشته ها در کل فصل، آبیاری یک در میان تا گلدهی و سپس آبیاری کامل و آبیاری کامل تا گلدهی و سپس آبیاری یک در میان چوی و پشته ها) و سه سطح پتاسیم (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار) بود که بصورت کرت های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی اجرا گردید. نتایج نشان داد که تأثیر تیمارهای آبیاری بر عملکرد دانه، آب مصرفی، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف بلال و تعداد دانه در بلال معنی دار شد. بیشترین میزان عملکرد دانه از تیمار آبیاری کامل کل فصل بدست آمد اما با تیمار آبیاری یک در میان فاروها تا گلدهی اختلاف معنی داری نداشت. کمترین آب مصرفی نیز از تیمار آبیاری یک درمیان کل فصل رشد بدست آمد. اثر پتاسیم تنها بر وزن هزار دانه معنی دار شد. بطور کلی نتایج نشان داد که با انجام آبیاری یک در میان فاروها مصرف آب در مقایسه با آبیاری شاهد ۱۵/۶۱ کاهش می یابد.

کلمات کلیدی: تبخیر و تعرق، آب مصرفی، عملکرد دانه، ذرت

www.SID.ir

Archive of SID

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:111 pp: 35-42

Response of yield and yield components of corn to partial root zone drying

By:

- *H. R. Miri, (Corresponding Author), Islamic Azad University*
- *M. M. Shokati, Islamic Azad University*
- *M. Armin, Islamic Azad University*

Received: July 2013 **Accepted: July 2014**

Increasing the water use efficiency in crop production is an important issue today. An experiment was conducted in 2009 in order to evaluate the corn reaction to partial root zone drying at Fars province. Treatments consisted of four irrigation levels (control, alternative furrow irrigation during whole season, alternative furrow irrigation until flowering then full irrigation and full irrigation until flowering then alternative furrow irrigation after flowering) and three potassium levels (0, 100 and 200 kg ha^{-1} potassium sulfate). The treatments were arranged as split plots (Irrigation regimes as main plots and K fertilizer levels as sub plots) and the data was analyzed based on a randomized complete blocks design with three replications. The results showed that irrigation had significant effects on grain yield, water consumption, grain weight and grain number per ear. The highest grain yield obtained in control irrigation but it was not significantly different from alternative furrow irrigation until flowering. The lowest water consumption was observed in alternative furrow irrigation until flowering treatment. Potassium treatments had significant effect only on grain yield. In conclusion the results suggested that with alternative furrow irrigation water use reduced and water use efficiency increased compared to conventional methods.

Keywords: Corn, Evapotranspiration, Consumed water, Grain yield

مقدمه

کمبود آب اصلی ترین عامل محدود کننده تولید محصولات زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک است. امروزه کشاورزی بزرگترین مصرف کننده آب در جهان است (Miri, 2008) و بنابراین توجه زیادی به کاهش مصرف آب در کشاورزی معطوف گشته است. بهبود مدیریت آب در کشاورزی برای حفظ آب، انرژی و خاک از یک طرف و برآورد نیاز روز به افزایش جامعه به گیاهان زراعی برای غذا از طرف دیگر مساله اصلی پیش روی متخصصین کشاورزی است (Kassam et al., 2007). تولید کنندگان کشاورزی همواره به دنبال یافتن روش های جدید برای کاهش مصرف آب در کشاورزی از طریق مدیریت آبیاری هستند. یافتن روش های جدید برای کاهش مصرف آب در زراعت آبی و افزایش راندمان مصرف آب در نواحی با محدودیت آب از اهمیت یکسانی برخودار است(Yazar et al., 2009).

طبق تعریف کم آبیاری به معنی کاربرد آب کمتر از نیاز تبخیر و تعرق می باشد ((Gowing et al., 1990. تأمین آب تحت کم آبیاری در مقایسه با مقدار آب مورد نیاز برای حداکثر تبخیر و تعرق کاهش می یابد. در این روش ها گاهی عملکرد بدلیل مصرف کمتر آب کاهش می یابد (Sepaskhah and Parand, 2006). امروزه خشکی نسبی ریشه[1] (PRD) به عنوان روشی برای کاهش مصرف آب در سال های اخیر مورد استفاده قرار گرفته است(Sepaskhah and Khajehabdollahi, 2005) در روش PRD تنها بخشی از ناحیه ریشه آبیاری شده و بقیه قسمت ها خشک نگه داشته می شوند که این با افزایش راندمان مصرف آب (Wakrim et al., 2005) و عملکرد اقتصادی یا بیولوژیک پایدار با مصرف آب کمتر همراه است. تکنیک PRD از این جهت در برنامه های آبیاری مورد توجه قرار گرفته است که آب مصرفی در این روش به ندرت بیش از ۷۰-۵۰ درصد آب مورد نیاز در آبیاری کامل است (Marsal et al., 2008).

تلاش برای توسعه PRD از دهه ۱۹۸۰ آغاز شد (Miri, 2008) در آن هنگام مشاهده شد که در گیاه انگور هدایت روزنه ای در طول روز تغییرات معنی داری را نشان می دهد که ABA انتقال یافته از ریشه ها قادر به توضیح بخش زیادی از این تغییرات است (Loveys and Düring, 1984). پس از آن لوییز (Loveys, 1991) پیشنهاد کرد که درصورت تغییر انتقال ABA ریشه می توان فرآیندهایی نموی از جمله رشد اندام های هوایی را کنترل کرد. بدنبال مشاهدات گووینگ و همکاران (Gowing et al., 1990) مبنی بر اینکه اگر بخشی از ریشه خشک باشد و بقیه قسمت ها آب کافی دریافت کنند، سیگنال های شیمیایی تولید شده در ریشه هدایت روزنه ای و رشد برگ را کاهش می دهند، نظریه لوییز قوت بیشتری بافت. تحت این شرایط ارسال سیگنال شیمیایی از ریشه های در خاک خشک باعث کاهش هدایت روزنه ای شده و همزمان بخش مرطوب ریشه با جذب آب، وضعیت آبی اندام های هوایی را در حد مطلوب حفظ می کند (Miri, 2008). در نتیجه بسته شدن روزنه تحت این شرایط کمبود آب خاک باعث افزایش راندمان مصرف آب می شود (Liu et al., 2005). این روش امروزه در گیاهان زراعی بوسیله آبیاری یک در میان ردیف های کاشت بکار گرفته می شود.

سپاسخواه و پرند (Sepaskhah and Parand, 2006) نشان دادند که آبیاری یکی در میان فارورها در ذرت باعث کاهش ۳۰ درصدی آب مصرفی شد. همچنین در این آزمایش اگرچه عملکرد دانه بدلیل کاهش وزن دانه کاهش یافت، اما با انجام یک یا دو آبیاری معمولی در مرحله ظهور تاسل عملکرد برابر آبیاری معمولی

www.SID.ir

Archive of SID

بود. وانگ و همکاران (Wang et al., 2008) اثرات دو نوع تیمار PRD که در یکی فقط یک سمت ریشه بطور ثابت آبیاری می شد (PRD ثابت) و در دیگری هر دو سمت ریشه بطور متناوب آبیاری می شد (PRD متناوب) بررسی کردند. نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع، وزن خشک، سطح برگ و قطر بلال از تیمار آبیاری کامل (شاهد) بدست آمد، اما بیشترین راندمان مصرف آب مربوط به تیمار PRD متناوب بود. وانگ و همکاران (Wang et al., 2008) نیز نشان دادند که کاربرد آبیاری به نحوی که بخشی از ریشه ها بطور متناوب خشک باشند، باعث افزایش راندمان مصرف آب در ذرت می شود. به عقیده آنها این روش آبیاری باعث ایجاد بهترین شرایط رطوبتی در خاک شده و فعالیت میکروارگانیسم های خاک افزایش می یابد که اثرات مفیدی برای رشد گیاه دارد.

در کلزا مشاهده شده است که آبیاری متناوب باعث افزایش جذب نیتروژن و فسفر شده که این باعث افزایش رشد گیاه می گردد (Loveys and Düring, 1984). در این آزمایش نشان داده شد که آبیاری PRD را می توان به خوبی با کاربرد نواری کودها ترکیب کرده تا جذب عناصر افزایش یابد. همچنین در سیب زمینی کاربرد PRD با وجودیکه مصرف آب را کاهش داد، از نظر ماده خشک تولیدی مشابه تیمار آبیاری معمولی بود و از اینرو راندمان مصرف آب بیشتری در تیمار PRD بدست آمد (Wang et al., 2008).

ذرت یکی از مهمترین گیاهان زراعی در نواحی جنوبی ایران (به ویژه استان فارس) است. روش های معمول آبیاری مورد استفاده در تولید ذرت در این نواحی عمدتاً بصورت جوی و پشته ای می باشد. تولید کنندگان ذرت بدلیل مصرف آب زیاد در تولید این گیاه همواره تحت فشار بوده و کاهش آب مصرفی در این گیاه بدون کاهش قابل توجه عملکرد از اهمیت زیادی برخودار است. هدف از مطالعه حاضر بررسی میزان آب مصرفی و عملکرد تحت شرایط خشکی نسبی ریشه می باشد. همچنین کود پتاسیم نقش مهمی در افزایش مقاومت به تنش ها بویژه خشکی دارا می باشد. به این منظور کود پتاسیم نیز در ترکیب با تیمارهای آبیاری مورد استفاده قرار گرفت تا در شرایط کاهش آب مصرفی توانایی گیاه را برای مقابله با کم آبی افزایش دهد.

مواد و روش ها

آزمایش در سال ۱۳۸۷ در مزرعه ای واقع ۳۵ کیلومتری جنوب شیراز در روستای ظفرآباد با طول جغرافیایی ´۳۵ °۵۲ و عرض جغرافیایی ´۲۴ º۲۹ با ارتفاع ۱۵۰۶ متر از سطح دریا اجرا شد. خاک مزرعه آزمایشی لومی رسی با ۰/۵ درصد ماده آلی و pH=۷/۶ بود. متوسط بارندگی سالانه در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ حدود ۱۶۰ میلیمتر بود.

زمین آزمایش در سال قبل بصورت آیش بود. قبل از اجرای طرح آزمایش با انجام آبیاری ماخار (آبیاری قبل از کشت گیاه زراعی به منظور سبز شدن و از بین بردن علف های هرز) و پس از گاور شدن زمین، شخمی به عمق ۳۰ سانتیمتر زده شد. سپس توسط دیسک و هرس خرد کردن کلوخه و جمع آوری بقایای علف هرز صورت گرفت. کودهای اوره به میزان ۳۶۰ کیلوگرم، سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۵۰ کیلوگرم و سولفات روی ۳۰ کیلوگرم در هکتار بر اساس توصیه کودی آزمون خاک(جدول ۱) به مزرعه اضافه شد. تمام کود ها و ۱/۳ کود اوره قبل از کاشت به زمین اضافه و بوسله دیسک مخلوط شد. کود پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم که یکی از تیمارهای آزمایش بود نیز در این مرحله به زمین اضافه و با خاک مخلوط شد. سایر عملیات داشت از قبیل مبارزه با علف های هرز و آفات در صورت نیاز انجام شد.

پس از آماده سازی زمین، پشته هایی به فاصله ۷۵ سانتیمتر از یکدیگر ایجاد و عملیات کرت بندی انجام شد. کرت های آزمایش با ابعاد ۶×۴ ایجاد شد. فاصله بین کرت های آزمایشی در یک بلوک ۱/۵ متر و فاصله بین بلوک ها ۲/۵ متر در نظر گرفته شد. برای جلوگیری از تأثیر تیمارها (بویژه آبیاری) بر کرت های مجاور، بین کرت ها پشته های بزرگ و فشرده ایجاد شد.

طرح آزمایش بصورت اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با دو عامل آبیاری (در چهار سطح) و سطوح کود پتاسیم (در سه سطح) در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آبیاری عبارت بودند از: ۱) آبیاری معمولی در کل فصل رشد (شاهد)، ۲) آبیاری متناوب یکی در میان فاروها در کل فصل، ۳) آبیاری متناوب یکی در میان فاروها تا گلدهی و پس از آن آبیاری کامل در کل فصل رشد و ۴) آبیاری کامل و معمولی تا گلدهی و پس از آن آبیاری متناوب یکی در میان فاروها تا پایان فصل رشد (لازم به ذکر است تیمار آبیاری یک در میان ثابت بدلیل اثرات منفی ان که در آزمایشات دیگر اشاره شده، مورد استفاده قرار نگرفت). تیمارهای پتاسیم شامل مقادیر صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار بودند که همگی در زمان کاشت به زمین اضافه شدند. لازم به ذکر است که تیمار پتاسیم با توجه به تأثیر آن بر افزایش مقاومت به خشکی در گیاه، استفاده شد.

برای آبیاری فاروها در هر کرت از سیفون استفاده شد و آب مورد نیاز هر کرت با استفاده از کنتور اندازه گیری شد. در تیمارهای آبیاری یکی در میان فاروها در هر نوبت تنها یکی از فاروها آبیاری می شد و در مرحله بعد جای فاروهای خشک و مرطوب عوض می شد. آبیاری مورد نیاز برای هر کرت با فاصله زمانی مشخص و بر اساس شرایط عرف منطقه انجام شد. در هر آبیاری میزان آب مصرفی به اندازه ای بود که جویچه ها پر شوند. لازم به ذکر است با توجه به تخلیه بیشتر پروفیل خاک در تیمارهای آبیاری یک درمیان، میزان آب مصرفی در این تیمارها دقیقا نصف تیممار شاهد نبود. برای سبز شدن و استقرار گیاهچه ها آبیاری اول و دوم بصورت معمولی و یکسان برای کلیه کرت ها انجام شد و از آبیاری سوم به بعد تیمارهای آبیاری اعمال شدند.

در زمان رسیدگی فیزیولوژیک با در نظر گیری اثر حاشیه از سطح ۳ متر مربع (۱/۵×۲) از هر کرت برای اندازه گیری صفات مورد نظر نمونه برداری شد. صفات اندازه گیری شده عبارت بودند از: عملکرد بیولوژیک (با خشک کردن نمونه ها در سطح برداشت شده و وزن کردن)، تعداد ردیف دانه در بلال (با شمارش تصادفی تعداد ردیف در ۱۰ بلال)، تعداد دانه در ردیف (با شمارش تصادفی تعداد دانه در ۵ ردیف از ۵ بلال)، عملکرد دانه (با جدا کردن و اندازه گیری کل دانه در مساحت برداشت شده)، وزن هزار دانه (با شمارش سه نمونه ۵۰۰ بذری و وزن کردن آنها)، ارتفاع بوته (با اندازه گیری تصادفی ارتفاع ۱۰ بوته) حجم آب مصرفی (با اندازه گیری آب مصرفی کرت ها با استفاده از کنتور). راندمان مصرف آب بصورت نسبت عملکرد دانه به آب مصرفی محاسبه شد.

در پایان داده ها با استفاده از نرم افزار آماری Genstat (ed. 11) تجزیه شد و نمودار ها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شدند.

www.SID.ir

Archive of SID

برای مقایسه میانگین ها نیز از آزمون دانکن استفاده شد.در مورد صفاتی که اثر متقابل معنی دار شده بود برش دهی فیزیکی در سطوح مختلف مصرف پتاسیم انجام گرفت.

نتایج و بحث

الف عملکرد دانه و آب مصرفی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کم آبیاری بر عملکرد دانه و آب مصرفی در سطح آماری ۱٪ تاثیر معنی داری دارد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل حاصل می شود که اختلاف آماری معنی داری با کم آبیاری تا مرحله گلدهی و سپس آبیاری کامل نداشت (شکل ۱). عدم وجود تفاوت معنی دار بین این دو تیمار می تواند ناشی از این علت باشد که کمبود آب، گیاه ذرت را بعد از مرحله گلدهی تحت تاثیر قرار می دهد و مناسب شدن مقدار آب قابل دسترس بعد از این مرحله می تواند موجب کاهش صدمات ناشی از تنش آبی باشد. مشاهده می شود که آبیاری یک در میان در کل فصل یا انجام کم آبیاری بعد از گلدهی نتوانست عملکرد اقتصادی مطلوبی را تولید کند، که در حالت کم آبیاری در کل فصل رشد با کاهش اجزای عملکرد سبب کاهش عملکرد گردید و در حالت کم آبیاری بعد از گلدهی حساس بودن مرحله زایشی به کمبود رطوبت کاهش عملکرد را به دنبال داشته است. علاوه بر حساسیت بیشتر مرحله زایشی به کمبود رطوبتی، مصادف شدن مرحله زایشی با درجه حرارت بالا دلیل اصلی کاهش عملکرد در روش کم آبیاری در کل فصل رشد یا کم آبیاری بعد از مرحله گلدهی است(Sepaskhah and Khajehabdollahi, 2005). همبستگی بین اجزای عملکرد نشان داد که وزن هزار دانه (R=۰/۴۸۸ **) و تعداد دانه دربلال (R=۰/۴۵۸ **) بیشترین همبستگی را با عملکرد دارند(جدول ۵) و چون این دو جزء بعد از مرحله گلدهی تشکیل می شوند لذا هر گونه کمبود رطوبت در نهایت سبب کاهش عملکرد در گیاه خواهد شد.

عملکرد دانه تحت تاثیر مصرف کود پتاسیم قرار نگرفت. اختلاف آماری معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد، اگرچه مصرف ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار سولفات پتاسیم نسبت به شاهد عملکرد را ۲/۸۴٪ افزایش داد. بر خلاف نتایج بسیاری از محققین، مصرف پتاسیم تاثیری بر کاهش صدمات ناشی از استرس خشکی نداشت. به نظر می رسد عدم واکنش عملکرد به مصرف پتاسیم نیاز کم ذرت به این عنصر می باشد (Abd El-Hadi et al., 1997) در حالیکه ذرت به مصرف نیتروژن واکنش بسیار شدیدی نشان می دهد اما واکنش آن به پتاسیم اندک بود. این نکته که ممکن است مصرف پتاسیم سبب افزایش مقاومت به خشکی گردد اگرچه امر ثابت شده است (Saxena, 1985) ، اما به نظر می رسد به عوامل مختلف مدیریتی دیگر نیز بستگی دارد. برهکمنش نحوه آبیاری و مصرف پتاسیم بر عملکرد دانه معنی دار نبود.

میزان آب مصرفی تحت تاثیر شیوه آبیاری قرار گرفت در حالیکه مصرف سولفات پتاسیم تاثیری بر آن نداشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که کمترین میزان مصرف آب در کم آبیاری در طول فصل رشد می باشد که نسبت به آبیاری در کل فصل رشد ۲۸/۷۹٪ کاهش نشان می دهد. اگرچه اختلاف آماری معنی داری در میزان آب مصرفی بین دو تیمار کم آبیاری تا زمان گلدهی و کم آبیاری بعد از گلدهی مشاهده نشد اما نسبت به کم آبیاری در کل طول فصل رشد، آب بیشتری مصرف شد. با این وجود کم آبیاری در این دو تیمار به ترتیب نسبت به آبیاری کامل سبب کاهش ۱۵/۴۳ و ۱۵/۱۳ درصدی آب مصرفی گردید (شکل ۲). به نظر می رسد طول دوره رشد زایشی و رویشی تقریبا برابر در این گیاه باعث شده است که قطع آبیاری بعد یا قبل از گلدهی تاثیر مشابه ای بر کاهش مصرف آب داشته است. با توجه به تولید مناسب اقتصادی در تیمار کم آبیاری تا زمان گلدهی و آبیاری کامل بعد از این مرحله و میزان آب مصرفی در شرایط مشابه با این منطقه می توان توصیه کرد که کم آبیاری در ذرت را تا زمان گلدهی اعمال کرد. با وجود معنی دار نشدن اثر متقابل مصرف کود و آبیاری مشاهده شد که کمترین میزان مصرف آب در تیمار کم آبیاری در کل دوره رشد و عدم مصرف کود مشاهده شد.

ب اجزای عملکرد

در بین اجزای عملکرد وزن هزار دانه، دانه در بلال و دانه در ردیف بیشترین همبستگی را با عملکرد نشان دادند. نتایج تجزیه واریانس نیز نشان داد که آبیاری تاثیر معنی داری بر روی این سه جزء مهم داشته است. مصرف سولفات پتاسیم تاثیر معنی داری بر هیچکدام از این صفات نداشت در حالیکه اثر متقابل مصرف کود پتاسیم و کم آبیاری بر تعداد دانه در بلال و دانه در ردیف در سطح احتمال ۱٪ تاثیر معنی داری داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین در مورد وزن هزار دانه نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه در تیمار آبیاری کامل (۲۴۵ گرم) به دست می آید که اختلاف آماری معنی داری با سایر تیمار ها نشان داد(شکل ۳). بررسی کم آبیاری تا گلدهی با کم آبیاری بعد از گلدهی از نظر وزن هزار دانه نشان داد که ذخیره مواد غذایی می تواند نقش مهمی در میزان مواد اختصاص یافته به دانه داشته باشد. با وجودیکه انتظار می رود وزن هزار دانه در تیمار کم آبیاری بعد از گلدهی کمتر از کم آبیاری قبل از گلدهی باشد (Sepaskhah and Parand, 2006). اما این حالت مشاهده نشد. این امر می تواند بدلیل انتقال مجدد ذخایر قبل از گلدهی باشد. همچنین در تیمار کم آبیاری قبل از گلدهی ممکن است ریشه ها دچار پیری زودتر از موعد شد و حتی با تأمین آب کامل بعد از گلدهی گیاه نتوانسته از آن استفاده کند.

اثر متقابل مصرف پتاسیم و کم آبیاری بر تعداد دانه در بلال نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بلال با مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم (۷۸۴/۹۱) و آبیاری کامل و کمترین آن در تیمار عدم مصرف کود و کم آبیاری بعد از گلدهی (۶۸۳/۵۰) بدست آمد. برش دهی فیزیکی اثر متقابل در مورد این صفت نشان داد که مصرف کود در شرایط آبیاری کامل و آبیاری کامل بعد از گلدهی تاثیری بر تعداد دانه در بلال ندارد اما مصرف کود در شرایط کم آبیاری در کل فصل رشد و کم آبیاری بعد از گلدهی تاثیر معنی داری بر تعداد دانه در بلال داشت. در تیمار آبیاری کامل تا گلدهی + کم آبیاری پس از گلدهی مصرف ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم بیشترین تعداد دانه در بلال را تولید کرد که اختلاف آماری معنی داری با عدم مصرف کود و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم پتاسیم داشت (جدول ۳). در حالیکه در روش کم آبیاری در کل فصل رشد مصرف ۲۰۰ کیلوگرم پتاسیم بیشترین تعداد دانه در بلال را تولید کرد. به نظر می رسد کم آبیاری به دلیل اثر اسمزی(Miri, 2008)) سبب کاهش تعداد دانه در بلال می شود. از طرف دیگر آبیاری کامل قبل از گلدهی و مصرف کود پتاسیم تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم سبب تاثیر

www.SID.ir

Archive of SID

منفی بر این جزء می گردد که دلیل این امر ممکن است افزایش رشد رویشی قبل از گلدهی باشد که بعد از گلدهی سبب تخلیه رطوبت خاک شده و تعداد کمتری از دانه ها در بلال به حالت فعال در آمده اند. لذا به نظر می رسد مناسب نبودن شرایط آبی در بعد از گلدهی تاثیر منفی بیشتری بر خصوصیات رشدی نسبت به کم آبیاری قبل از گلدهی دارد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تعداد دانه در ردیف تحت تاثیر کم آبیاری قرار گرفت ($p<0/01$) اما مصرف کود تاثیری بر تعداد دانه در ردیف نداشت. اثر متقابل کم آبیاری و مصرف کود تاثیر معنی دار در سطح ۱٪ بر دانه در ردیف داشت (جدول ۴). برش دهی فیزیکی سطوح مختلف کود پتاسیم در تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد که مصرف کود در شرایط کم آبیاری قبل از گلدهی تاثیری بر تعداد دانه در ردیف ندارد. همانند تعداد دانه در بلال، مصرف پتاسیم در شرایط کم آبیاری در کل طول فصل رشد و کم آبیاری بعد از گلدهی دانه در ردیف را تحت تاثیر قرار داد علاوه بر این دانه در ردیف در سطوح مختلف پتاسیم در آبیاری کامل نیز متفاوت بود. در کم آبیاری در کل فصل رشد مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم نسبت به سایر تیمارها تاثیری بیشتری بر دانه در ردیف داشت. با توجه با اینکه ردیف در بلال در این آزمایش معنی دار نشده است (داده ها نمایش داده نشده است) لذا می توان چنین نتیجه گیری نمود که عکس العمل مشابه دانه در بلال و دانه در ردیف به فراهمی مواد غذایی و شرایط مناسب در بعد از گلدهی دارد و هر گونه شرایط نامساعد با کاهش این دو جزء عملکرد را کاهش می دهد. همبستگی بالایی بین دانه در بلال و دانه در ردیف وجود داشت ($R=۰/۷۹۶^{**}$) (جدول ۵). در شرایط آبیاری کامل مصرف پتاسیم تاثیر منفی بر دانه در ردیف داشت. اگرچه در این روش اختلاف آماری معنی داری بین مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و عدم مصرف آن نداشت، اما سبب کاهش ۲/۲۷ درصدی دانه در ردیف شد. به نظر می رسد مناسب بودن شرایط خاک از نظر این عنصر سبب عدم واکنش گیاه به مصرف کود پتاسیم شده باشد. تاثیر منفی مصرف این عنصر هم ممکن است به دلیل اثرات آنتاگونیستی بر روی جذب سایر عناصر باشد که این عناصر برای ذرت مهم بوده است. با این وجود در شرایط کم آبیاری مشاهده شد که مصرف پتاسیم سبب افزایش تحمل گیاه شده است و این امر افزایش دانه در ردیف را برای تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط کم آبیاری در کل فصل رشد شده است.

بحث

کم آبیاری می تواند به عنوان یک روش بسیار مناسب به خصوص در شرایط خشک و نیمه خشک که محدودیت آبی وجود دارد به عنوان یک راهکار مناسب برای تولید گیاهان زراعی مورد استفاده قرار گیرد. روش کم آبیاری، شرایط جوی و خاک، نوع گیاه و عوامل مدیریتی می تواند در به دست آوردن حداکثر عملکرد در این شرایط بسیار مفید باشد (Miri, 2008) نتایج این بررسی نشان داد که مقدار آب قابل دسترسی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تاثیر معنی دار دارد. بیشترین عملکرد زمانی به دست می آید که گیاه هیچ گونه محدودیت رطوبتی نداشته باشد. کلیه مطالعات صورت گرفته در این زمینه نیز نشان می دهد که در شرایط آبیاری کامل هیچ گونه کاهشی در عملکرد در صورت مهیا بودن سایر شرایط اتفاق نمی افتد. سپاسخواه و پرند (Sepaskhah and Parand, 2006) افزایش عملکرد در ذرت را زمانی که همه جویچه ها آبیاری شده بودند به بالا بودن مقدار آب مصرفی و تبخیر و تعرق گیاهی مربوط دانسته اند. در شرایط کم آبیاری مناسبترین روش بدون کاهش معنی دار عملکرد، آبیاری متناوب یک در میان فاروها تا زمان گلدهی و سپس آبیاری کامل گیاه بود. ابراهیم و خندیل (Ibrahim and Khandil, 2007) گزارش کردند که کاربرد مناسب کودهای نیتروژن و فسفردار به همراه آب مناسب سبب افزایش عملکرد در ذرت می شود که این افزایش عملکرد ناشی از افزایش انتقال مواد غذایی از ماتریکس خاک به اطراف ناحیه ریشه در اثر جریان توده ای است. سپاسخواه و پرند (Sepaskhah and Parand, 2006) نیز تفاوت معنی داری بین آبیاری متناوب یک در میان فاروها با ثابت بودن فارو آبیاری نشده در ذرت مشاهده نگردند. در این بررسی نبود تفاوت معنی داری بین دو تیمار به دریافت آب برابر در هر دو تیمار ارتباط داده شده است. وردی نژاد و همکاران (Verdinajad et al., 2006) گزارش کردند که در تنش رطوبتی در مراحل رشد رویشی و گلدهی به ترتیب سبب کاهش ۲۸ و ۲۹ درصدی عملکرد در مقایسه با تیمار آبیاری متداول گردید. پاندی و همکاران (Pandey et al., 2000) معتقدند که کم آبیاری در اوایل رشد رویشی شاخص های رشد ذرت را نسبت به کم آبیاری در مرحله رشد زایشی کمتر تحت تاثیر قرار می دهد. کم آبیاری در مرحله رشد زایشی باعث کاهش شدید در شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، سرعت رشد گیاه و ماده خشک ذرت می گردد. اگرچه در بسیاری از پژوهش ها گزارش شده است که مصرف پتاسیم سبب افزایش مقاومت به خشکی و سایر تنش های محیطی می شود (Dastbandan Nejad et al., 2009) . اما در این بررسی واکنشی به مصرف پتاسیم مشاهده نشد. عدم واکنش گیاه به کاربرد کود پتاسیم در این بررسی می تواند به مناسب بودن شرایط خاک در این بررسی ارتباط داده شود. گزارش شده است که در شرایط کم آبیاری کاهش عملکرد و خصوصیات رشدی به دلیل به هم خوردن تعادل عناصر غذایی در محیط رشد ریشه است که این امر سبب کاهش ظرفیت فتوسنتزی می گردد که در نهایت سبب کاهش عملکرد خواهد شد. گزارش شده است که نقش پتاسیم در افزایش مقاومت به تنش خشکی به دلیل کاهش صدمات ناشی از افزایش ROS[1] است که در این شرایط سبب صدمه به کلروپلاست می شود و در نهایت کاهش ظرفیت فتوسنتزی و تولید کروهیدرات ها را به همراه دارد. عبدا الهادی و همکاران (Abd El-Hadi et al., 1997) گزارش کردند که مصرف ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار پتاسم در شرایط آبیاری کامل (دور آبیاری ۱۲-۱۴ روزه) سبب افزایش ۱۶/۵ درصدی عملکرد می شود در حالیکه در شرایط کم آبیاری (دور آبیاری ۲۴-۲۶ روزه) مصرف ۲۴۰ کیلو گرم پتاسیم بیشترین عملکرد را موجب شد. در این بررسی مشخص شده که گیاهانی که دچار کمبود پتاسیم هستند مقاومت روزنه ای بیشتری نسبت به گیاهانی دارند که کمبودی از نظر مقدار پتاسیم ندارند. مصرف پتاسیم سبب بهبود خصوصیات فیزیولوژیکی مانند هدایت روزنه ای، فتوسنتز خالص، مقدار رطوبت نسبی، مقدار کلروفیل و پروتئین می گردد که بهبود این عوامل سبب افزایش عملکرد در گیاه می گردد. در مورد کلزا گزارش شده است که در شرایط تنش خشکی مصرف ۲۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم نسبت به حالت عدم مصرف

www.SID.ir

Archive of SID

کود پتاسیم عملکرد را ۲۱ درصد افزایش داد (Wang et al., 2008).

اجزای عملکرد ذرت همانند عملکرد تحت تاثر کم آبیاری قرار گرفت اما مصرف کود پتاسیم به جز در مورد وزن هزار دانه تاثیری بر سایر اجزای عملکرد نداشت. سپاسخواه و پرند (Sepaskhah and Parand, 2006) کاهش عملکرد در ذرت در شرایط کم آبیاری را به کاهش تعداد دانه در هر بلال نسبت دادند. در این بررسی وزن هزار دانه تحت تاثیر کم آبیاری قرار نگرفت. مشاهده شده که در شرایط کم ابیاری مصرف کود پتاسیم سبب بهبود اجزای عملکرد می گردد اما در شرایط مناسب بودن آبیاری مصرف پتاسیم تاثیری بر این اجزا نداشته است. در شرایط کم آبیاری مصرف پتاسیم با حفظ تعادل رطوبتی گیاه باعث افزایش این شاخص ها شده است. گزارش شده است که در شرایط کاهش دور آبیاری از ۱۸ به ۱۰ روز خصوصیات بلال مانند طول بلال (۹/۴۴٪)، قطر بلال (۹/۸۹٪)، وزن بلال (۷/۳۸٪) افزایش پیدا می کند که افزایش این خصوصیات سبب افزایش ۱۵٪ عملکرد بلال و ۱۷/۴۶٪ عملکرد بیولوژیکی می گردد. در این شرایط مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۳۵ کیلوگرم در هکتار فسفر نسبت به سایر تیمارهای مصرف کودی اجزای عملکرد بیشتری داشته است(Sepaskhah and Parand, 2006). دستبندان نژاد و همکارن (Dastbandan Nejad et al., 2009) گزارش کردند که افزایش دور آبیاری سبب کاهش اجزای عملکرد در ذرت شد. در این بررسی کاهش اجزایی مانند دانه در ردیف و طول بلال به کاهش دوره رشد رویش و زایشی به دلیل استرس خشک نسبت داده شده است. گزارش شده است که در شرایط کم آبیاری افزایش اجزای عملکرد ذرت به دلیل مصرف پتاسیم به جذب بالاتر این عنصر در اندام های گیاهی می باشد که در این شرایط افزایش پتاسیم سبب افزایش فتوسنتز و افزایش تولید کربو هیدرات می گردد که این امر سبب افزایش شاخص های رشد و اجزای عملکرد خواهد شد(Buttar et al., 2009).

نتیجه گیری

این بررسی نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تحت تاثیر روش کم آبیاری قرار می گیرد و مناسبترین روش، کم آبیاری قبل از گلدهی و سپس آبیاری کامل گیاه است. آب مصرفی در روش کم آبیاری قبل یا بعد از گلدهی تفاوت آماری معنی داری نداشتند اما در روش کم آبیاری بعد از گلدهی آب بیشتری مصرف شد که به دلیل بیشتر بودن طول دوره زایشی یا گرمتر شدن هوا در این مرحله بوده است.اگرچه مصرف پتاسیم در شرایط کم آبیاری اجزای عملکرد را تحت تاثیر قرار داد به نحوی که در شرایط کم آبیاری مصرف پتاسیم سبب افزایش دانه در بلال و دانه در ردیف شد اما در مجموع تاثیری بر عملکرد نهایی نداشت. در مجموع می توان گفت استفاده از آبیاری یک درمیان فاروها قبل از گلدهی مناسبترین روش در شرایط مشابه با این منطقه است و مصرف کود پتاسیم به شرایط خاک محل آزمایش بستگی دارد. در عین حال این نتایج در یک سال بدست آمده و نیاز به تکرار آزمایش برای دستیابی به نتایج قطعی می باشد.

پاورقی ها

1. Partial root drying
2. Reactive Oxygen Species

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

خصوصیت	مقدار
pH	۷/۶۸
EC	۱/۰۸ds/m
مواد خنثی شونده	۳۲/۵ درصد
کربن آلی	۰/۵ درصد
ازت کل	۰/۱۱ درصد
فسفر قابل استفاده	۷ میلی گرم بر کیلوگرم
پتاسیم قابل استفاده	۲۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم
آهن قابل استفاده	۱/۷ میلی گرم بر کیلوگرم
روی قابل استفاده	۰/۲ میلی گرم بر کیلوگرم
منگنز قابل استفاده	۷/۸ میلی گرم بر کیلوگرم
مس قابل استفاده	۰/۷۴ میلی گرم بر کیلوگرم
مقدار رس	۳۴ درصد
مقدار سیلت	۴۸ درصد
مقدار شن	۱۸ درصد
بافت خاک	سیلتی لومی

جدول۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف پتاسیم و روش آبیاری بر تعداد دانه در بلال

مقادیر پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	روش آبیاری			
	آبیاری معمولی	کم آبیاری (کل فصل)	کم آبیاری تا گلدهی+ کامل	کامل تا گلدهی + کم آبیاری
۰	۷۵۷/۹۳ a	۶۸۴/۳۳ b	۷۳۲/۱۶ a	۶۸۳/۵۰ b
۱۰۰	۷۵۱/۵۸ a	۶۸۷/۶۱ b	۶۹۱/۳۵ a	۷۴۲/۸۳ a
۲۰۰	۷۸۴/۹۱ a	۷۴۰/۵۶ a	۷۰۲/۹۹ a	۶۹۶/۱۹ b

در مورد هر ستون میانگین های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف ندارند (دانکن α=۰/۰۱).

جدول ۲- مقادیر درجه آزادی و میانگین مربعات برای عملکرد اقتصادی، آب مصرفی، وزن هزار دانه، دانه در بلال و دانه در ردیف

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		عملکرد دانه	آب مصرفی	وزن هزار دانه	دانه در بلال	دانه در ردیف
تکرار	۳	۱۷۵۵۲۲ ns	۶۷۷۸۵ ns	۳۶۹/۹۷ ns	۹۶۶/۱ ns	۴/۶۸ ns
روش ابیاری (A)	۳	۲۹۶۳۰۴ *	۴۹۹۲۰۰ **	۲۱۶۲/۹۷ **	۱۰۱۲۷/۴ **	۳۲/۲۸ **
مصرف کود (B)	۲	۱۴۸۷۶ ns	۷۷۰۳۲ ns	۱۷۱۰/۴۸ **	۱۲۲۰/۴ ns	۰/۸۸۹ ns
A*B	۶	۱۵۸۳۷۴ ns	۸۶۲۹۹ ns	۴۵۰/۶۰ *	۳۲۲۹/۷ **	۱۸/۶۷ **
خطا	۳۳	۹۲۳۰۱	۷۴۲۸۹	۱۵۲/۵۴	۹۰۰/۵	۱/۹۶

**، * و ns به ترتیب معنی داری در سطح ۱٪ ، ۵٪ و فاقد اختلاف معنی دار

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴ - مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح مختلف پتاسیم و روش آبیاری بر تعداد دانه در ردیف

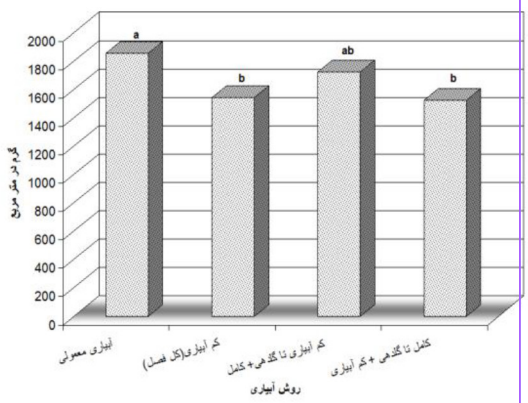
مقادیر پتاسیم (کیلوگرم در هکتار)	روش آبیاری			
	آبیاری معمولی	کم آبیاری (کل فصل)	کم آبیاری تا گلدهی+ کامل	کامل تا گلدهی + کم آبیاری
۰	۵۳/۵۸ a	۴۷/۶۷ b	۵۰/۵۶ a	۴۹/۰۱ b
۱۰۰	۵۲/۰۷ b	۴۷/۱ b	۴۹/۰۱ a	۵۳/۲ a
۲۰۰	۵۲/۳۶ ab	۵۲/۰۲ a	۴۹/۰۵ a	۴۹/۲۳ b

در مورد هر ستون میانگین های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف ندارند (دانکن α=۰/۰۱).

جدول ۵- مقادیر و سطح احتمال معنی داری ضرایب همبستگی

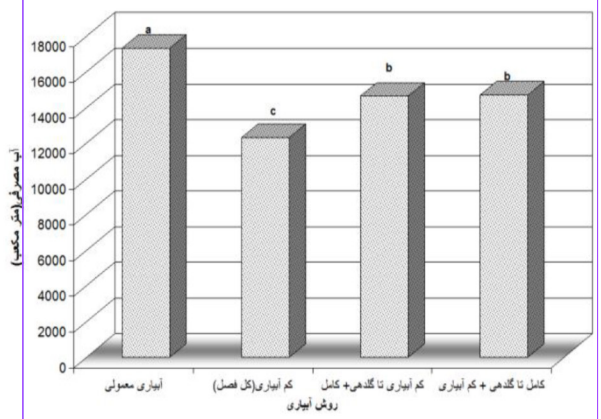
	عملکرد دانه	آب مصرفی	وزن هزار دانه	دانه در بلال	دانه در ردیف
عملکرد دانه	۱				
آب مصرفی	۰/۳۵۳*	۱			
وزن هزار دانه	۰/۴۸۸**	۰/۵۴۸**	۱		
دانه در بلال	۰/۴۵۸**	۰/۵۰۷**	۰/۵۲۶**	۱	
دانه در ردیف	۰/۳۸۰**	۰/۵۴۶**	۰/۵۲۴**	۰/۷۹۶**	۱

** و * به ترتیب معنی داری در سطح ۱ و ۵ درصد n=48



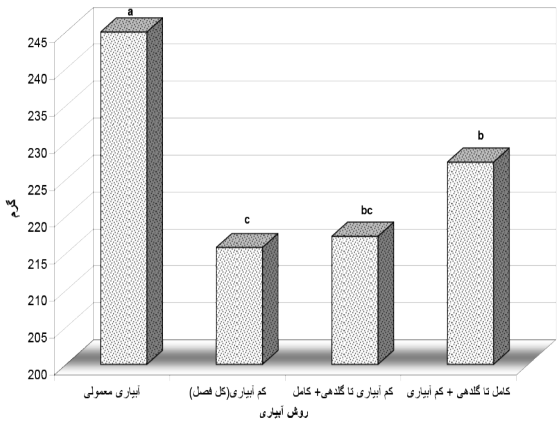
شکل ۱- اثر روش آبیاری بر عملکرد اقتصادی

(میانگین های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف ندارند (دانکن α=۰/۰۱).



شکل ۲- اثر روش آبیاری بر مقدار آب مصرفی

(میانگین های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف ندارند (دانکن α=۰/۰۱).



شکل ۳- اثر روش آبیاری بر وزن هزار دانه

(میانگین های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف ندارند (دانکن α=۰/۰۱).

منابع مورد استفاده

1. Abd El-Hadi, A.H, Smail, I.K.M., El-Akahawy, M.A. 1997. Effect of potassium on the drought resistance of crops in Egyptian conditions, in Johnston, A. E.: Food Security in the WANA Region, the Essential Need for Balanced Fertilization. International Potash Institute, Basel, pp. 328–336.
2. Buttar, G.S, Thind, H,S,, Aujla, M,S. 2006. Methods of planting and irrigation at various levels of nitrogen affect the seed yield and water use efficiency in transplanted oilseed rape (*Brassica napus* L.). Agric. Water Manage. 85,253–260.
3. Dastbandan Nejad, S., SakiNejad, T., Lack, S. 2010. Study effect drought stress and different levels potassium fertilizer on K^+ accumulation in corn. Nature and Science. 8,23-27.
4. De Souza, C.R., Maroco, J.P., dos Santos, T.P., Rodrigues, M.L., Lopes, C.M., Pereira, J.S., Chaves, M.M.

www.SID.ir

Archive of SID

2003. Partial rootzone drying: regulation of stomatal aperture and carbon assimilation in field-grown grapevines (*Vitis vinifera* cv. Moscatel). Funct Plant Biol. 30,653–662.

5. Gowing, G.J., Davies, W.J., Jones, H.G. 1990. A positive root-sourced signal as an indicator of soil drying in apple, *Malus domestica* Borkh. J. Exp. Mar. Biol . 41, 1535–1540.
6. Ibrahim, S.A., Khandil, H. 2007. Growth, yield and chemical constituents of corn as affectec by nitrogen and phosphors fertilizers under diifernt irrigation. Journal of Applied Science Research. 10, 1112-1120.
7. Kang, S., Zhang, J. 2004. controlled alternative partial root-zone irrigation its physiological consequence and impact on water use efficiency. Journal of Applied Botany. 55, 2437-3446.
8. Kassam, A.H., Molden, D., Fereres, E., Doorenbos, J. 2007. Water productivity: science and practice – introduction. Irrigation Sci. 25, 185–188.
9. Liu, F., Jensen, C.R., Shahnazari, A., Andersen, M.N., Jacobsen, S.E. 2005. ABA regulated stomatal control and photosynthetic water use efficiency of potato (*Solanum tuberosum* L.) during progressive soil drying. Plant Science. 168, 831–836.
10. Loveys, B.R. 1991. What Use Is Knowledge Of ABA Physiology For Crop Improvement? In:Environmental Plant Biology. Physiology And Biochemistry Of Abscisic Acid. Oxford: Bios Scientific Publishers, 245–259.
11. Loveys, B.R., Düring, H. 1984. Diurnal changes in water relations and abscisic acid in field-grown *Vitis vinifera* cultivars. II. Abscisic acid changes under semi-arid conditions. New Phytologist. 97, 37-47.
12. Marsal, J., Mata, M., del Campo, J., Arbones, A., Vallverdú, X., Girona, J., Olivo, N. 2008. Evaluation of partial root-zone drying for potential field use as a deficit irrigation technique in commercial vineyards according to two different pipeline layouts. Irrigation Sci. 26, 347–356.
13. Miri, H. 2008. Water Use Efficiency In Plant Biology. Arsanjan Islamic Azad university publication. 522p. [In Persian].
14. Pandey, R.K., Maranville, J.W., Admou, A. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. I. Grain yield and yield components. Agriculture Water Management. 46: 1–13.
15. Saxena NP. 1985. The role of potassium in drought tolerance. Potash Review. 5, 1-15.
16. Sepaskhah, A.R., Parand, A. 2006. Effects of alternative furrow irrigation with supplemental every-furrow irrigation at different growth stages on the yield of maize. Plant Prod Sci. 9, 415-421.
17. Sepaskhah, A.R., Khajehabdollahi, M.H. 2005. Alternative furrow irrigation with different irrigation intervals for maize. Plant Prod Sci. 8, 592-600.
18. Verdinajad, V.R., Sohrabi, T.M., Liaghat, A.M. 2006. Determination of Yield Response and Sensitivity Factors of Corn in Karaj. International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture. Adana-Turkey.
19. Wakrim, R., Wahbi, S., Tahi, H., Aganchich, B., Serraj, R. 2005. Comparative effects of partial root drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) on water relations and water use efficiency in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Agric. Ecosyst. Environ. 106,275–287.
20. Wang, J., Kang, S., Li, F., Zhang, F., Li, Z., Zhang, J. 2008. Effects of partial root-zone irrigation on soil microorganism and maize growth. Plant Soil. 302, 45-52.
21. Wang, L., deKaron, H., Smits, A.J.M. 2007. Combined effects of partial root drying and patchy fertilizer placement on nutrient acquisition and growth of oilseed rape. Plant Science. 295: 207-216.
22. Yazar, A., Gokcel, F., Sezen, M.S. 2009. Corn response to partial rootzone drying and deficit irrigation strategies applied with drip system. PSE. 11, 494-503.

www.SID.ir