

تأثیر کم آبیاری متناوب بر عملکرد، اجزا عملکرد و بهره‌وری آب در ذرت دانه‌ای سینگل

کراس-۷۰۴

سیده طیبه معصومی^۱، علی رحیمی خوب^{۲*}، مجید قربانی جاوید^۳ و محمد هادی نظری فر^۴

تاریخ دریافت: تاریخ پذیرش:

چکیده

به منظور بررسی اثر کم آبیاری متناوب بر عملکرد، اجزاء عملکرد و بهره‌وری آب در ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس-۷۰۴، پژوهشی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تیمار آبیاری و سه تکرار در سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان- دانشگاه تهران واقع در شهرستان پاکدشت اجرا گردید. تیمارهای آبیاری شامل تیمار A (آبیاری کامل- تیمار شاهد)، تیمار B (آبیاری متناوب با یک دور آبیاری کامل و دور بعد با ۸۵ درصد آبیاری کامل تا پایان رشد گیاه)، تیمار C و تیمار D مانند تیمار B اما با اعمال ۶۵ و ۵۰ درصد آبیاری کامل تا پایان رشد گیاه اجرا شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کم آبیاری متناوب بر صفات وزن خشک بوته، وزن بلال، عملکرد دانه و بهره‌وری آب اثر معنی‌داری داشت. برای رسیدن به بهره‌وری آب، ارتفاع بوته، عملکرد زیست توده، وزن بلال و عملکرد دانه‌ی بیشتر، نیازی به آبیاری کامل (۱۰۰ درصد) نیست و با آبیاری به صورت تیمار B می‌توان به مقدار عملکرد حداکثر رسید. همچنین بر اساس همبستگی صفات مشخص شد که وزن بلال بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد با عملکرد دانه داشت. پس می‌توان پیشنهاد نمود که مناسب‌ترین روش اعمال کم آبیاری برای ذرت دانه‌ای در این منطقه، آبیاری متناوب با یک دور آبیاری کامل و دور بعد با ۸۵ درصد آبیاری کامل تا پایان رشد گیاه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری آب، کم آبیاری متناوب، عملکرد دانه

مقدمه

کشور ایران با متوسط بارش سالانه ۲۵۰ میلی‌متر که حدود یک سوم متوسط جهان است، در یکی از خشک‌ترین مناطق جهان قرار دارد. بخش کشاورزی با مصرف بیش از ۹۰ درصد بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب است و در مقایسه با متوسط جهان که حدود ۷۰ درصد می‌باشد رقم قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد. افزایش جمعیت و به دنبال آن مصرف آب بیش‌تر در سایر بخش‌ها مثل صنعت و شهر، ضرورت ارتقاء بهره‌وری آب در بخش کشاورزی را آشکار می‌کند. بهره‌وری آب یعنی عملکرد محصول به‌ازای هر متر مکعب مصرف آب که شامل آب سبز برای مناطق دیم (بارش مؤثر) و آب آبی (آب بهره- برداری شده از منابع آب) برای مناطق تحت شرایط آبیاری می‌باشد (Tariq and Usman, 2009). ذرت با نام علمی (*Zea mays L.*) از نظر سطح تولید بعد از گندم و از نظر سطح زیر کشت بعد از گندم و برنج قرار دارد (رضائی استخروئیه و همکاران، ۱۳۹۱). بهره‌وری مصرف آب برای کل محصولات کشاورزی در ایران حدود ۰/۷ کیلوگرم بر متر مکعب (سادات میری و فرشی، ۱۳۸۲) و برای ذرت ۱/۱۷ کیلوگرم بر متر مکعب می‌باشد (شایان، ۱۳۸۲). کم آبیاری یکی از راهکارهای افزایش بهره‌وری مصرف آب است که در آن گیاه در تمامی فصل رشد و یا در بخشی از آن تحت تنش آبی قرار می‌گیرد (مجدد و مدحج، ۱۳۹۱). گاهی برای اعمال این روش از کم آبیاری متناوب استفاده می‌گردد که تعاریف متعددی داشته و در هر مطالعه از روش خاصی از این راه کار نوین استفاده می‌گردد. گروهی از محققین نوعی از کم آبیاری متناوب را اعمال نمودند که در این روش، بخشی از ناحیه ریشه خاک مرطوب و بخش دیگر به‌صورت خشک نگه داشته می‌شود. به‌دلیل خشک و مرطوب شدن متناوب خاک ناحیه ریشه، رشد و توسعه ریشه‌های ثانویه گیاه بیش‌تر شده و همچنین هدایت هیدرولیکی ریشه نیز افزایش می‌یابد. در نتیجه حداکثر پتانسیل آب گیاه حفظ و میزان رشد رویشی گیاه کنترل می‌شود (علیزاده و خلیلی، ۱۳۸۸). گروهی دیگری از محققین نیز با قطع آب در مراحل رشد رویشی، گلدهی و پر شدن دانه گیاه ذرت و آبیاری کامل در سایر

کشور ایران با متوسط بارش سالانه ۲۵۰ میلی‌متر که حدود یک سوم متوسط جهان است، در یکی از خشک‌ترین مناطق جهان قرار دارد. بخش کشاورزی با مصرف بیش از ۹۰ درصد بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب است و در مقایسه با متوسط جهان که حدود ۷۰ درصد می‌باشد رقم قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد. افزایش جمعیت و به دنبال آن مصرف آب بیش‌تر در سایر بخش‌ها مثل صنعت و شهر، ضرورت ارتقاء بهره‌وری آب در بخش کشاورزی را آشکار می‌کند. بهره‌وری آب یعنی عملکرد محصول به‌ازای هر متر مکعب مصرف آب که شامل آب سبز برای مناطق دیم (بارش مؤثر) و آب آبی (آب بهره- برداری شده از منابع آب) برای مناطق تحت شرایط آبیاری می‌باشد (Tariq and Usman, 2009). ذرت با نام علمی (*Zea mays L.*) از

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران
۲- استاد گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران
۳- استادیار گروه زراعت، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران
۴- کارشناس گروه مهندسی آبیاری و زهکشی، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران
(*- نویسنده مسئول: Email: akhob@ut.ac.ir)

۷۰۴ انجام گردید. طرح آزمایشات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تیمار آبیاری و سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آبیاری شامل تیمار A، آبیاری کامل در تمامی دوره‌های آبیاری به‌عنوان تیمار شاهد، تیمار B، آبیاری متناوب با یک دور آبیاری کامل و دور بعد با ۸۵ درصد آبیاری کامل تا پایان رشد گیاه، تیمار C، آبیاری متناوب با یک دور آبیاری کامل و دور بعد با ۶۵ درصد آبیاری کامل تا پایان رشد گیاه و تیمار D، آبیاری متناوب با یک دور آبیاری کامل و دور بعد با ۵۰ درصد آبیاری کامل تا پایان رشد گیاه بودند. هر کرت با ابعاد $3/5 \times 3/5$ متر شامل چهار ردیف کشت به فاصله ۷۵ سانتی‌متر و در هر ردیف با فاصله ۲۰ سانتی‌متر تعداد ۴-۵ بذر کشت شد و در مرحله ۶-۸ برگی بوته‌های اضافی تنک گردید. کوددهی بر اساس تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید و کود نیتروژن مورد نیاز در مرحله ۷-۸ برگی، ساقه‌دهی و گل‌دهی به‌صورت سرک اضافه شد و کود فسفر نیز قبل از کشت با خاک سطحی مخلوط گردید. به مدت یک ماه، تمامی کرت‌ها با دور آبیاری پنج روز و بدون اعمال تیمارهای تنش آبیاری شدند و بعد از این مدت اعمال تیمارهای آبیاری متناوب در مرحله ۷-۸ برگی آغاز گردید. مقدار آب آبیاری تیمار شاهد بر اساس رابطه ۱ تعیین و مقدار حجمی آن با توجه به مساحت کرت مشخص شد. برای سایر تیمارها حجم آب آبیاری بر اساس تیمار شاهد و اعمال درصد تنش تعیین گردید. روش آبیاری، جوی-پشته‌ای بوده و برای آبیاری از شیلنگ و برای تنظیم دقیق حجم آب وارد شده به هر کرت از کنتور حجمی استفاده شد، جهت تعیین رطوبت خاک و زمان آبیاری از دستگاه رطوبت سنج^۱ TDR استفاده شد.

$$RAW = (\theta_{fc} - \theta_{pwp}) \times MAD \times DR \quad (1)$$

در رابطه فوق RAW آب سهل‌الوصول خاک در عمق توسعه ریشه گیاه برابر با مقدار آب آبیاری (بر حسب میلی‌متر) θ_{fc} رطوبت خاک در حالت ظرفیت مزرعه (بر حسب اعشار) θ_{pwp} رطوبت خاک در حالت پژمردگی (بر حسب اعشار) MAD میانگین کسری از کل آب قابل استفاده که قبل از ایجاد تنش آبی (کاهش تبخیر- تعرق) از عمق توسعه ریشه گیاه قابل تخلیه بوده و مقدار آن بین صفر و یک متغیر است و DR عمق (محدوده) توسعه ریشه گیاه (بر حسب سانتی‌متر). در این تحقیق، عمق ریشه در مرحله اول رشد به میزان ۰/۲ متر و در مرحله میانی و رسیدگی ۱/۲ متر در نظر گرفته شد و برای مرحله توسعه، به‌صورت درون‌بایی خطی بین رشد اولیه و رشد کامل محاسبه گردید. جداول ۱ و ۲ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب و خاک مزرعه مورد نظر را نشان می‌دهند.

مراحل رشد به نوعی این روش را اجرا کرده‌اند (ربانی و امام، ۱۳۹۰).
مروری بر پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهد تعیین روابط میان عملکرد و اجزای آن و همچنین بررسی بهره‌وری آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. گروهی از محققین با تحقیق بر روی ذرت SC704 و اعمال تنش با تیمار تأمین نیاز خالص گیاه (شاهد) و سه تیمار مکش در $1/2 FC$ ، $1/2$ (ظرفیت زراعی مزرعه)، $1/5 FC$ ، $1/8$ مشاهده نمودند که برای تیمار شاهد بهره‌وری آب $6/5$ درصد کمتر و حجم آب مصرفی 10 درصد بیش‌تر از $1/2 FC$ می‌باشد (اسدی و اسدی، ۱۳۹۱). گروهی دیگر با بررسی بر روی دو رقم ذرت ۷۰۴ و ۷۰۰ و اعمال تنش‌های ۴۰، ۶۰، ۷۵ درصد تخلیه کل رطوبت قابل استفاده در خاک به این نتیجه رسیدند که بیش‌ترین عملکرد متعلق به تیمار شاهد و برابر 8205 کیلوگرم بر هکتار و کم‌ترین آن $3282/1$ کیلوگرم بر هکتار متعلق به تیمار ۷۵ درصد است و نیز تنش خشکی باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (اردلان و همکاران، ۱۳۹۱). با تحقیق بر روی سه رقم ذرت ($301-303-315$) و اعمال کم‌آبیاری با تیمارهایی با میزان تنش به‌ترتیب: ۶۵، ۵۵، ۴۵، ۳۰، ۱۰ درصد و بدون تنش، دریافتند که بیش‌ترین بهره‌وری آب مربوط به تیمار بدون تنش بوده بلکه در رقم‌های ۳۰۱ و ۳۰۳ آبیاری در سطح تنش ۱۰ درصد و در رقم ۳۱۵ در سطح ۳۰ درصد مشاهده شد (انصاری و همکاران، ۱۳۸۵). با اعمال سه سطح آبیاری مطلوب، تنش خشکی ملایم و تنش خشکی شدید (تخلیه ۷۰، ۶۰، ۵۰ درصد ظرفیت زراعی) مشاهده شد که حداکثر بهره‌وری آب برای تیمار آبیاری مطلوب بوده و با اعمال کم‌آبیاری، بهره‌وری آب کاهش معنی‌داری می‌یابد (گلستانی و همکاران، ۱۳۹۱). همچنین با بررسی چهار سطح تنش از نرمال تا خشکی شدید دریافتند که عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشته و نیز با افزایش تنش، صفات کاهش معنی‌دار بیش‌تری پیدا می‌کنند (حیدری، ۱۳۹۰). گروهی اظهار داشتند که کم‌آبیاری در طول دوره رشد تأثیر منفی در ارتفاع بوته داشته و بین آب تأمین شده و عملکرد دانه همبستگی کمی وجود دارد و هم-چنین بین تیمارها برای وزن خشک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (Cai and Rosegrant, 2003). این تحقیق با هدف بررسی تأثیر کم آبیاری متناوب بر عملکرد، اجزا عملکرد و بهره‌وری آب ذرت دانه-ای رقم سینگل کراس-۷۰۴ و به‌منظور انتخاب بهترین تیمار آبیاری انجام شد.

مواد و روش‌ها

این طرح در اوایل خرداد سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی پردیس ابوریحان - دانشگاه تهران واقع در پاکدشت (طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و ارتفاع از سطح دریا ۱۰۲۷ متر) بر روی گیاه ذرت سینگل کراس-

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۳ و مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری ارتفاع بوته در انتهای فصل رشد گیاه نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع برای تیمار B (آبیاری متناوب با یک دور آبیاری کامل و دور بعد با ۸۵ درصد آبیاری کامل تا پایان رشد گیاه) و برابر با مقدار ۱۵۵/۵۲ سانتی‌متر و کم‌ترین مقدار آن برابر ۱۴۱/۵۵ سانتی-متر و متعلق به تیمار C (آبیاری متناوب با یک دور آبیاری کامل و دور بعد با ۶۵ درصد آبیاری کامل تا پایان رشد گیاه) بوده است (جدول ۴). برای ارتفاع بوته بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، که با نتایج گروهی از محققین مبنی بر معنی‌دار بودن اثر آبیاری بر ارتفاع بوته، مغایرت داشت (احمد الی و خلیلی، ۱۳۸۶ و ربانی و امام، ۱۳۹۰).

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی آب

| پارامتر | Ca+Mg (meq/lit) | Na (meq/lit) | pH | EC (ds/m) |
|---------|-----------------|--------------|-----|-----------|
| مقدار | ۱۶ | ۲/۸۵ | ۷/۲ | ۱/۴۴ |

در زمان رسیدگی کامل (اوایل مهر) با رعایت حاشیه و از هر کرت تعداد پنج بوته برداشت شد و صفاتی از قبیل ارتفاع بوته، وزن بلال، وزن بوته، طول بلال، وزن کل دانه در بلال، اندازه‌گیری گردید. برای محاسبه بهره‌وری مصرف آب از رابطه ۲ استفاده شد:

$$Wp1 = Y/I \quad (2)$$

در این معادله، $Wp1$ بهره‌وری آب (kg/m^3)، Y عملکرد دانه (kg/ha) و I حجم آب آبیاری می‌باشد (m^3/ha). برای صورت کسر می‌توان از زیست توده و برای مخرج کسر به جای آب آبیاری از تبخیر و تعرق، آب آبیاری + بارش و یا تعرق استفاده نمود. برای محاسبات آماری از نرم‌افزار SAS (ver. 9.0) و برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

| ضخامت لایه (m) | بافت | شن (درصد) | سیلت (درصد) | رس (درصد) | جرم مخصوص ظاهری خاک خشک (gr/cm^3) | رطوبت اشباع (درصد) | EC (ds/m) |
|----------------|------------|-----------|-------------|-----------|---------------------------------------|--------------------|-----------|
| ۰/۲ | Silt loam | ۲۸/۸ | ۵۲ | ۱۹/۲ | ۱/۳۶ | ۴۴/۶۴ | ۳/۵۵ |
| ۰/۲ | Sandy loam | ۳۴/۸ | ۶۲ | ۳/۲ | ۱/۲۳ | ۴۳/۵۸ | ۴/۶۹ |
| ۰/۲ | Sandy loam | ۳۴/۸ | ۶۴ | ۱/۲ | ۱/۳۲ | ۴۰/۸۶ | ۴/۰۰۶ |
| ۰/۴ | Sandy loam | ۳۲/۸ | ۶۴ | ۳/۲ | ۱/۳۳ | ۴۸/۵۷ | ۱/۵۵ |

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه

| منابع تغییر | درجه آزادی | ارتفاع (cm) | وزن خشک بوته ($kg h^{-1}$) | عملکرد زیست توده ($kg h^{-1}$) | وزن بلال ($kg h^{-1}$) | عملکرد دانه ($kg h^{-1}$) | وزن هزار دانه (gr) | بهره‌وری آب ($kg m^{-3}$) |
|--------------|------------|---------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|
| تیمار | ۳ | ۱۰۸/۸ ^{ns} | ۲۸۵۲۶۷۲/۴۷* | ۴۳۵۱۳۶۴۴/۴۰ ^{ns} | ۱۴۲۶۴۶۸۷/۲۷** | ۷۸۱۷۶۳/۷۹* | ۴۴۹/۷۵ ^{ns} | ۰/۰۹* |
| تکرار | ۲ | ۶۰/۷۳ ^{ns} | ۸۹۷۳۵۵/۲۱ ^{ns} | ۱۲۳۹۵۱۳۸/۵ ^{ns} | ۶۸۸۶۲۸/۵۲ ^{ns} | ۵۷۴۷۸۱/۰۵ ^{ns} | ۹۷۴/۴۶ ^{ns} | ۰/۰۰۹ ^{ns} |
| خطا | ۶ | ۶۶/۶۳ | ۴۵۷۴۶۴۹/۰۰ | ۱۱۷۵۲۶۵۶/۵۰ | ۷۳۶۹۳۸/۲۳ | ۸۳۷۷۴/۴۲ | ۲۳۶۷/۴۹ | ۰/۰۱۳ |
| ضریب تغییرات | | ۵/۴۹ | ۸/۳۰ | ۱۰/۵۵ | ۱۰/۷۹ | ۱۹/۵۸ | ۱۱/۷ | ۱۸/۷۶ |

ns، *، ** برابر است با عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌داری در سطح ۵٪

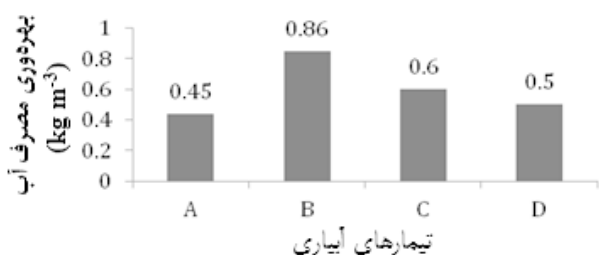
جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه

| سطح تیمار | ارتفاع (cm) | وزن خشک بوته ($kg.ha^{-1}$) | عملکرد زیست توده ($kg.ha^{-1}$) | وزن بلال ($kg.ha^{-1}$) | عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$) | وزن هزار دانه (gr) |
|-----------|---------------|-------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------|
| تیمار A | ۵/۶۳ ± ۱۴۶/۵۱ | ۶۳۴/۹۶ ± ۲۸۵۱۷/۸ | ۱۹۱۰/۹۹ ± ۳۳۲۸۶/۲۲ | ۲۳۷/۶۶ ± ۷۶۹۹/۰۲ | ۳۸۲/۶ ± ۳۹۳۳/۷۴ | ۱۶/۴ ± ۴۲۲/۳۶ |
| تیمار B | ۲/۸۴ ± ۱۵۵/۵۲ | ۱۷۴۹/۱۳ ± ۲۴۹۲۳/۱۱ | ۲۸۹۳/۴۵ ± ۳۴۸۱۳/۰۴ | ۵/۴۶ ± ۱۱۱۱۶/۶۶ | ۲۸۳/۳۲ ± ۷۱۴۶/۳۳ | ۳۹/۹۸ ± ۴۱۴/۴۳ |
| تیمار C | ۴/۹۸ ± ۱۴۱/۵۵ | ۱۷۱۷/۴۵ ± ۲۱۷۹۵/۴۲ | ۱۶۷۵/۳ ± ۲۶۷۹۹/۰۵ | ۹۱۴/۲۲ ± ۶۵۵۲/۱۲ | ۷۳۳/۵۹ ± ۴۵۴۸/۳۸ | ۲۸/۵ ± ۳۹۹/۳ |
| تیمار D | ۴/۷۱ ± ۱۵۱/۲۱ | ۱۰۶۲/۱۳ ± ۲۷۸۸۲/۳۳ | ۱۰۲۶/۵ ± ۳۴۰۷۲/۳۶ | ۲۷۲/۳۳ ± ۶۴۶۰/۰۱۷ | ۵۵۷/۲۶ ± ۳۵۷۵/۸۰ | ۳/۴۲ ± ۴۲۷/۱۶ |

± نشان دهنده مقادیر خطای استاندارد می‌باشد

بیشترین و کمترین بهره‌وری ۰/۸۶ و ۰/۴۵ کیلوگرم بر متر مکعب متعلق به تیمارهای B و A می‌باشد و بهره‌وری آب تیمار شاهد برابر ۰/۴۵ کیلوگرم بر متر مکعب است که نسبت به بیشترین مقدار خود ۴۸ درصد کاهش را نشان می‌دهد (شکل ۲). همچنین اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد بین تیمارها وجود دارد. نتیجه این تحقیق با نتایج تحقیقی مبنی بر افزایش بهره‌وری با عملکرد دانه و کاهش آن با افزایش حجم آبیاری مطابقت دارد (Oktem et al, 2003).

بیشترین وزن بلال برای تیمار B با مقدار ۱۱۱۱۶/۶۶ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن ۶۴۶۰/۰۱ کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار D می‌باشد (جدول ۴). برای این صفت بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد که با نتایج سایر محققین هماهنگ است (Hirich et al, 2012).



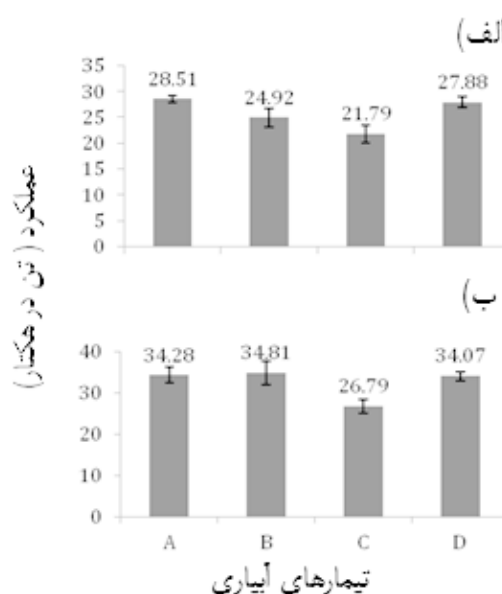
شکل ۲- مقایسه بهره‌وری مصرف آب در تیمارهای مختلف

نتایج همبستگی بین عملکرد و اجزا آن در جدول ۵ ارائه شده است. با توجه به جدول ۵ می‌توان دریافت که بین عملکرد دانه و وزن بلال در سطح یک درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد، همچنین عملکرد دانه با وزن خشک بوته همبستگی منفی و با ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و غیر معنی‌داری دارد.

نتیجه‌گیری

هدف از اجرای این طرح بررسی تأثیر کم آبیاری متناوب بر عملکرد و بهره‌وری آب و رساندن آن به مقدار حداکثر خود و همچنین یافتن روش مناسب آبیاری گیاه است. نتایج طرح نشان می‌دهد که ارتفاع گیاه و عملکرد بیولوژیک (زیستی) تحت تأثیر این روش نبوده و تیمار D با کاهش ۱۸/۷ درصد حجم آب نسبت به تیمار شاهد (بیشترین درصد کاهش)، کمترین کاهش عملکرد خشک را به خود اختصاص داده است.

بیشترین عملکرد خشک بوته برابر با مقدار ۲۸۵۱۷/۸ کیلوگرم بر هکتار مربوط به تیمار A و کمترین مقدار برای تیمار C با مقدار ۲۱۷۹۵/۴۲ کیلوگرم بر هکتار می‌باشد (شکل ۱ و جدول ۴). با کاهش آب آبیاری از عملکرد خشک گیاه نیز کاسته شده، اما روند آن به این صورت است که بعد از تیمار A بیشترین مقدار مربوط به تیمار D، سپس تیمار B می‌باشد. با کاهش ۵/۶، ۱۳، ۱۸/۷ درصد مصرف آب تیمارهای A، B، C، D نسبت به تیمار شاهد، کاهش عملکرد خشک برای تیمارهای مذکور ۱۲، ۲۳، ۲/۲ درصد است. همچنین با اطمینان ۹۵ درصد بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت. کاهش عملکرد خشک بوته بر اثر کم آبیاری این تحقیق با نتایج سایر تحقیقات که در آن‌ها نیز با کاهش آب آبیاری از عملکرد خشک گیاه کم شده و عملکرد خشک بین تیمارهای طرح اختلاف معنی‌داری وجود داشت، هماهنگ است (رضایی استخرنویه و همکاران، ۱۳۹۱ و Oktem et al, 2003). زیست توده شامل وزن خشک کل اندام هوایی گیاه (برگ، ساقه، بلال و...) می‌باشد. بالاترین عملکرد زیستی ۳۴۸۱۳/۰۴ کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار B (با دو درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد) و کمترین مقدار آن ۲۶۷۹۹/۰۵ کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار C (با ۲۲ درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد و ۲۳ درصد کاهش نسبت به تیمار ماکزیمم) می‌باشد (شکل ۱ و جدول ۴). در این صفت تفاوت کمی بین تیمار B و A وجود دارد، همچنین بین صفات تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اما تحقیقات نشان داده است که عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر کم آبیاری، در سطح یک درصد معنی‌دار شده است (ربانی و امام، ۱۳۹۰).



شکل ۱- عملکرد زیست توده و وزن خشک. (الف) وزن خشک بوته و (ب) عملکرد زیست توده.

جدول ۵- همبستگی بین عملکرد و اجزا آن

| صفت | عملکرد دانه | ارتفاع بوته | وزن خشک بوته | وزن بلال | وزن هزار دانه | عملکرد بیولوژیک |
|-----------------|-------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| عملکرد دانه | ۱ | ۰.۳۵۷۱ ^{ns} | -۰.۲۸۲۳ ^{ns} | ۰.۹۰۹ ^{**} | ۰.۱۲ ^{ns} | ۰.۱۲ ^{ns} |
| ارتفاع بوته | | ۱ | ۰.۱۵۴۹ ^{ns} | ۰.۴۸۵۳ ^{ns} | ۰.۶۰۵ [*] | ۰.۴۲۸۷ ^{ns} |
| وزن خشک بوته | | | ۱ | ۰.۰۰۱۹ ^{ns} | ۰.۳۶۱۵ ^{ns} | ۰.۷۶۹۳ ^{**} |
| وزن بلال | | | | ۱ | ۰.۱۵۰۲ ^{ns} | ۰.۴۳۱۳ ^{ns} |
| وزن هزار دانه | | | | | ۱ | ۰.۵۰۴۴ ^{ns} |
| عملکرد بیولوژیک | | | | | | ۱ |

۱۵۲۱-۱۵۱۴

ربانی، ج و امام، ی. ۱۳۹۰. پاسخ عملکرد دانه هیبریدهای ذرت به تنش خشکی در مراحل مختلف رشد. مجله تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی. ۲:۱. ۶۵-۷۸.

سادات میرئی، م و فرشی، ع. ۱۳۸۲. چگونگی مصرف و بهره‌وری آب در بخش کشاورزی. یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۲۰۳-۲۱۴.

شایان، ف. ۱۳۸۲. بررسی بهره‌وری آب کشاورزی در تولید اقتصادی محصولات. یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱-۱۶.

علیزاده، ا و خلیلی، ن. ۱۳۸۸. بررسی بهره‌وری آب - انرژی در زراعت چغندر قند. مجله آبیاری و زهکشی ایران. ۲:۳. ۱۲۳-۱۳۶.

گلستانی، س، نوری، م، شایان نژاد، م، محمد خانی، ع و شاه نظری، ع. ۱۳۹۱. مطالعه اثرات روش کم‌آبیاری متناوب بر تعدادی از صفات فیزیولوژیکی گیاه سیب زمینی رقم آگریا. اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار.

مقدم، م و مدح، ع. ۱۳۹۱. اثر سطوح نیتروژن بر کارایی مصرف آب، عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت دانه‌ای در شرایط بهینه و تنش خشکی. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۳:۱۰. ۵۴۶-۵۵۴.

میرزایی، م، ر و رضوانی، س. م. ۱۳۹۱. اثر سطوح کم‌آبیاری در مراحل چهارگانه رشد بر عملکرد و کیفیت چغندر قند. مجله علوم زراعی ایران. ۲:۱۴. ۹۴-۱۰۷.

Cai, X and Rosegrant, M. 2003. World Water Productivity: Current Situation and Future Options. 163-178.

Hirich, A., Rami, A., Laajaj, K., Choukr-Allah, R., Jacobsen, S-E, El yousfi, L and El Omari, H. 2012. Sweet Corn Water Productivity under Several Deficit Irrigation Regimes Applied during Vegetative Growth Stage using Treated Wastewater as Water Irrigation Source. World Academy of Science, Engineering and Technology. 61:840-847.

Oktem, A., Simsek, M and Oktem, A.G. 2003. Deficit irrigation effects on sweet corn (*Zea mays saccharata*

بنابراین برای دست یافتن به مقدار حداکثر صفات نیازی به آبیاری کامل (۱۰۰ درصد) نیست و با آبیاری به صورت تیمار B (آبیاری متناوب با یک دور آبیاری کامل و دور بعد با ۸۵ درصد آبیاری کامل تا پایان رشد گیاه) می‌توان به مقدار حداکثر رسید، پس می‌توان پیشنهاد کرد که مناسب‌ترین روش اعمال کم‌آبیاری متناوب برای ذرت دانه‌ای در این منطقه، آبیاری متناوب با یک دور آبیاری کامل و دور بعد با ۸۵ درصد آبیاری کامل تا پایان رشد گیاه می‌باشد.

منابع

اردلان، و، آقایی، ف، پاک‌نژاد، ف، صادقی، شعاع، م، اسماعیل زاده خراسانی، ش و فاطمی ریکا، ز. ۱۳۹۱. بررسی اثر تنش کم‌آبیاری و شیوه‌های مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۸:۳. ۱۷۵-۱۸۹.

احمد الی، ج و خلیلی، م. ۱۳۸۶. ارزیابی اثر کم‌آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای در منطقه میاندوآب. مجله پژوهش آب ایران. ۱:۱. ۱۷-۲۳.

اسدی، ر و اسدی، ر. ا. ۱۳۹۱. تأثیر کم‌آبیاری ذرت دانه‌ای با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب. مجله پژوهش آب در کشاورزی. ۲:۲. ۱۹۷-۲۰۹.

انصاری، ح، میر لطیفی، م و فرشی، ع. ۱۳۸۵. تأثیر کم‌آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت زود رس. مجله علوم خاک و آب. ۲:۲. ۳۴۶-۳۴۸.

حیدری، ع، چوکان، ر، تشکری، ع و کلانتری، ح. ۱۳۹۰. تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد هیبریدهای ذرت. نشریه آب خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲:۲۵. ۱۲۶۳-۱۲۵۰.

رضایی استخروئیه، ع، هوشمند، ع، برومندنسب، س و خانجانی، م. ۱۳۹۱. تأثیر کم‌آبیاری و خشکی موضعی ریشه بر عملکرد اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰۴. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲:۲۶. ۶۰۴-۶۰۳.

dry matter production in a semiarid climate. –
Agricultural of water management. 95: 895 – 908.
Tariq ,J and Usman,K.H. 2009. Regulated Deficit
Irrigation Scheduling of Maize Crop. Sarhad Journal
of Agriculture. 25:3.441-450.

Sturt) with drip irrigation system in a semi-arid
region1. Water-yield relationship. Journal of
Agricultural Water Management. 61: 63-74.
Payero, J.-O., Tarkalson, D.D., Irmak, S., Davison, D. and
Petersen, J.L. 2008. Effect of irrigation amounts
applied with subsurface drip irrigation on corn
evapotranspiration, yield, water use efficiency, and

The Effect of Intermittent Deficit Irrigation on Yield, Yield Components and Water Productivity of Maize Sc-704

T. Masomi¹, A. Rahimikhoob^{2*}, M. Ghorbanijavid³, M. H. Nazarifar⁴

Received: Jul. 7, 2014

Accepted: Nov. 12, 2014

Abstract

In order to evaluate the effects of intermittent deficit irrigation on corn SC-704. An experiment was conducted in randomized complete block design with four irrigation treatments and three replications research farm of college of Aburaihan at Pakdasht in 2013. Treatments included irrigation method A(control treatment, complete irrigation), B(irrigation alternating with an irrigation full and round, with 85 percent of full irrigation to the plant) treatments C and treatments D with 65 and 50 percent similar of treatments B, was performed. The results of variance analysis showed that intermittent deficit irrigation had significant effect on characteristics of dry weight of plant, ear weight, grain yield and water productivity. For reaching more water productivity, plant height, biomass yield, ear weight and grain yield, there is no need of full irrigation(100 percent), and through irrigation Form of treatment B, maximum yield could be reached. According to Correlation of characteristics Determined that ear weight maximum positive correlation and significant one percent with grain yield. So far the most convenient method of applying deficit irrigation for corn in the area, intermittent irrigation with a complete irrigation and the next round with 85 percent complete irrigation.

Keywords: Water productivity, Grain yield, Intermittent deficit irrigation

1- MSc student of Irrigation and Drainage, College of Aburaihan-University of Tehran

2- Professor, Department of Irrigation and Drainage, College of Aburaihan- University of Tehran

3- Assistant Professor, Department of Agronomy, College of Aburaihan, University of Tehran

4- Expert, Department of Irrigation and Drainage, College of Aburaihan- University of Tehran

(*-Corresponding Author Email:akhob@ut.ac.ir)