



ISSN 2251-7480

بررسی اثرات کم آبیاری بر روند رشد و خصوصیات کمی و کیفی ذرت دانه‌ای در کرمانشاه

عبدالرضا احمدپور^{۱*}، بهمن فرهادی بانسوله^۲ و مختار قبادی^۳

(۱) دانشجوی دکتری؛ آبیاری و زهکشی؛ دانشگاه رازی؛ پردیس کشاورزی و منابع طبیعی؛ کرمانشاه، ایران

*نویسنده مسئول مکاتبات: abdoreza.ahmadpour@gmail.com

(۲) استادیار؛ گروه علوم و مهندسی آب؛ دانشگاه رازی؛ پردیس کشاورزی و منابع طبیعی؛ کرمانشاه، ایران

(۳) دانشیار؛ گروه مهندسی زراعت؛ دانشگاه رازی؛ پردیس کشاورزی و منابع طبیعی؛ کرمانشاه، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۶/۰۶

چکیده

این مطالعه برای بررسی اثرات کم آبیاری بر روند رشد، خصوصیات کمی، کیفی و کارایی مصرف آب ذرت در کرمانشاه، در فصل زراعی ۱۳۹۱ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار سطح آبیاری (۴۰ درصد کم آبیاری، ۲۰ درصد کم آبیاری، آبیاری کامل (روش پنمن - مانیتینگ اصلاح شده فائو) و ۲۰ درصد بیش آبیاری) در سه تکرار به روش آبیاری جویچه‌ای انجام شد. نتایج نشان داد اثرات کم آبیاری بر عملکرد دانه، بیومس، وزن ساقه، وزن بلال، وزن برگ، شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال و عملکرد پروتئین و روغن دانه معنی‌دار بود. میزان تأثیر تنش آبی بر خصوصیات ذرت در بازه‌های زمانی مختلف دوره رشد آن متفاوت بود و در اواخر دوره رشد (مرحله پرشدن دانه) تأثیر تنش آبی بیشتر بود. مقدار بیشینه کارایی مصرف آب نسبت به عملکرد دانه و روغن در تیمار بیش آبیاری به ترتیب معادل ۱/۰۵۱ و ۰/۰۵۴۹ کیلوگرم بر هکتار و نسبت به عملکرد بیومس و پروتئین در تیمار شاهد به ترتیب معادل ۲/۵۶۸ و ۰/۰۹۲ کیلوگرم بر هکتار به دست آمدند. لذا، کم آبیاری ذرت در کرمانشاه توصیه نمی‌شود.

کلیدواژه‌ها: درصد روغن؛ درصد پروتئین؛ تنش آبی؛ کارایی مصرف آب

مقدمه

(۱۳۹۱). در یک تحقیق انجام شده روی گیاه ذرت در منطقه شمال آمریکا این نتیجه حاصل شد که اعمال کم آبیاری با مقادیر متغیر (کنترل شده) در هر مرحله از آبیاری با در نظر گرفتن وضعیت و مرحله رشد گیاه، به جای برنامه کم آبیاری اعمال شده با یک نسبت ثابت در کلیه مراحل آبیاری، موجب کارایی بهتر این استراتژی خواهد شد (Payero et al., 2009).

عابدی کوپائی و همکاران (۱۳۹۳) در تحقیقی که در مزرعه دانشگاه صنعتی اصفهان انجام دادند، اثر توأم تنش آبی و آفات را بر اجزاء عملکرد ذرت مورد بررسی

یکی از اقدامات کارآمد جهت صرفه‌جویی در مصرف آب کشاورزی، استفاده از استراتژی کم آبیاری است. در این وضعیت به گیاه کمتر از نیاز واقعی آب داده می‌شود. اما کاستن از مقدار آب اختصاص یافته جهت آبیاری گیاه، با یک منطق و مدیریت خاص اتفاق می‌افتد تا حتی الامکان کمترین تنش به گیاه وارد شده و میزان کاهش محصول در برابر منفعت حاصل از مقدار ذخیره آب ناچیز باشد. موفقیت این استراتژی زمانی خواهد بود که رویاننده از پاسخ گیاه خود نسبت به کم آبیاری در کل مراحل دوره رشد، آگاهی کامل داشته باشد (دو کوهی و همکاران،

خشک و وزن بیومس کل معنی‌دار بود. مقدار بیشینه همه صفات بیان شده مربوط به تیمار آبیاری بعد از تبخیر ۷۰ میلی‌متر آب از تشتک تبخیر بود. اثرات سطوح مختلف آبیاری در مراحل رشد بر خصوصیات مورفولوژیکی و اجزاء عملکرد ذرت در یک مطالعه میدانی در منطقه ارسنجان استان فارس مورد بررسی قرار گرفت. مطالعه انجام شده در طرح اسپلیت پلات با سه تکرار انجام شده و تیمارهای آبیاری در سه مرحله رشد رویشی، رشد زایشی، و پرشدن دانه اعمال شدند. تیمارها براساس انجام آبیاری پس از تبخیر شدن مقادیر ۴۰ میلی‌متر (L1)، ۷۰ میلی‌متر (L2) و ۱۰۰ میلی‌متر (L3) از تشتک تبخیر کلاس A تعریف شدند. طبق نتایج اعمال کم‌آبیاری بر همه اجزای عملکرد از قبیل: شاخص سطح برگ، ارتفاع گیاه، وزن خشک دانه، طول بلال، وزن خشک بلال و غیره تأثیر معنی‌دار داشت و این صفات در L1 بیشترین مقدار و در L3 کمترین مقدار خود را داشتند. و از نظر تأثیر کم‌آبیاری بر اجزای عملکرد در مراحل مختلف رشد این نتیجه حاصل شد که در همه مراحل، کم‌آبیاری باعث کاهش مقادیر اجزاء عملکرد شد، اما شدت کاهش در مرحله پر شدن دانه از همه بیشتر و در مرحله رشد رویشی از همه کمتر بود (Azarpanah et al., 2013). در یک مطالعه به بررسی اثرات کم‌آبیاری بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت، تحت شرایط آب‌وهوایی نواحی خشک ایران پرداخته شد. از نظر صفت وزن خشک دانه، بین تیمارهای کم‌آبیاری، اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. اما از نظر صفت وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف، بین تیمارهای کم‌آبیاری اختلافی مشاهده نشد. همچنین مشخص شد، در شرایط اعمال کم‌آبیاری، تیمار آبیاری به اندازه ۸۰ درصد نیاز واقعی گیاه، بهترین گزینه جهت رسیدن به بالاترین کارایی مصرف آب است (Salemi et al., 2011). در تحقیق دیگری به بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر صفات کیفی گیاه ذرت دانه‌ای پرداخته شد، طبق نتایج با

قرار دادند. آزمایش آن‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت فاکتوریل در سه سطح تنش شدید (۵۰ درصد نیاز آبی)، تنش ملایم (۷۵ درصد نیاز آبی) و بدون تنش و چهار دوره رشد گیاه شامل: جوانه‌زنی تا خوشه‌دهی، از خوشه‌دهی تا شیره بستن دانه‌ها، از شیره بستن تا برداشت و در سراسر دوره رشد گیاه با چهار تکرار اجرا شد. نتایج آن‌ها نشان داد که اعمال تنش رطوبتی باعث کاهش ۶ تا ۶۲ درصدی عملکرد دانه می‌شود و همچنین سایر صفات زراعی ذرت به جز درصد پروتئین را نیز کاهش می‌دهد، که در منطقه سم‌پاشی نشده نسبت به منطقه سم‌پاشی شده، کاهش در صفات بیشتری شده مشاهده شد. اعمال تنش رطوبتی و آفات، درصد پروتئین را به ترتیب ۱۳ و ۳ درصد افزایش دادند. حیدری سورشجانی و همکاران (۱۳۹۴) به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی ذرت علوفه‌ای در منطقه شهرکرد آزمایشی را در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار شامل ۴۰، ۵۵، ۷۰، ۸۵، ۱۰۰، ۱۱۵ و ۱۳۰ درصد کمبود رطوبت خاک در ۳ تکرار به روش آبیاری جویچه‌ای انجام دادند. طبق نتایج آن‌ها تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد، بهره‌وری مصرف آب، درصد ماده خشک، ارتفاع و قطر میانه ساقه و قطر، طول و وزن بلال معنی‌دار بود. اما سطوح مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری روی درصد پروتئین و درصد روغن دانه نداشت. Mohammadai و همکاران (۲۰۱۲) به منظور ارزیابی اثرات تنش خشکی بر اجزاء عملکرد ذرت در منطقه خاتون‌آباد اصفهان یک آزمایش تحقیقاتی در قالب طرح اسپلیت پلات با سه تکرار انجام دادند. تیمارهای آبیاری اعمال شده بر اساس مقدار تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A به ترتیب، آبیاری بعد از ۷۰ میلی‌متر (برای کنترل)، آبیاری بعد از ۹۰ میلی‌متر تبخیر (تنش آبی ملایم) و آبیاری بعد از ۱۱۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر (تنش آبی شدید) بودند. نتایج آن‌ها نشان داد که اثر تنش آبی بر صفات تعداد دانه در ردیف بلال، وزن هزار دانه، وزن دانه

مقدار در حدود ۹ تن در هکتار در رتبه نخست قرار دارد (آمار نامه وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۹۳). لذا در این تحقیق، به بررسی اثر تنش کم آبی بر روند رشد، عملکرد کمی و کیفی گیاه ذرت دانه ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ در کرمانشاه پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها منطقه مورد مطالعه

این آزمایش در فصل زراعی ۱۳۹۱ در محل مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه با طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۶ دقیقه و ۱۲ ثانیه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۹ دقیقه و ۳۳ ثانیه شمالی انجام شد. میانگین ماهانه داده‌های هواشناسی مربوط به دوره رشد محصول کشت شده در این مطالعه مطابق جدول ۱ می‌باشد.

مشخصات و پارامترهای فیزیکی خاک مزرعه، با نمونه برداری از اعماق مختلف (متناسب با حداکثر عمق مؤثر ریشه)، با انجام آزمایشات لازم تعیین شد. سپس از نرم افزار SPAW (Saxton and Rawls, 2006) که از بانک اطلاعاتی قدرتمندی برخوردار است و با داشتن بافت خاک، پارامترهای فیزیکی آن را تخمین می‌زند، جهت کنترل صحت نتایج آزمایشات فیزیکی خاک استفاده شد (جدول ۲).

افزایش شدت تنش خشکی درصد نشاسته دانه کاهش و درصد پروتئین دانه افزایش یافت، اما درصد چربی خام دانه تحت تأثیر قرار نگرفت (جلیلیان و همکاران، ۱۳۸۹). اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد ماده خشک و میزان پروتئین ذرت (سینگل کراس ۷۰۴) در یک تحقیق مورد بررسی قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با کاهش میزان آبیاری مقدار عملکرد ماده خشک و درصد وزن خشک بلال به طور معنی داری کاهش و درصد پروتئین دانه به طور معنی داری افزایش پیدا کردند. لذا می‌توان ضمن صرفه جویی در مصرف آب، بدون کاهش معنی دار در عملکرد ماده خشک و میزان پروتئین کل، کشت ذرت را توسعه داد (بیگلویی و همکاران، ۱۳۹۲). ذرت یکی از محصولات غله‌ای مهم در جهان و در کشورهای در حال توسعه، منبع اصلی درآمد کشاورزان است. پتانسیل تولید بالای این محصول و اهمیت آن در تغذیه دام و طیور و همچنین تنوع فرآورده‌های حاصل از ذرت، سبب گردید تا بیشتر مورد توجه محققین قرار گیرد. همچنین از گیاه ذرت برای مصارفی از قبیل: مصارف دارویی و صنعتی و استحصال اتانول به عنوان سوخت زیستی استفاده می‌شود (دهقانپور، ۱۳۹۳). در استان کرمانشاه ذرت دانه‌ای از نظر سطح زیر کشت در بین غلات بعد از گندم و جو در رتبه سوم و از نظر عملکرد با

جدول ۱. میانگین ماهانه پارامترهای هواشناسی محل آزمایش در طول دوره رشد در سال ۱۳۹۱

پارامتر	واحد	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر
حداکثر درجه حرارت	درجه سانتیگراد	۲۷/۳	۳۸/۸	۴۰/۶	۴۱/۹	۴۰/۲	۲۹/۶
حداقل درجه حرارت	درجه سانتیگراد	۹/۴	۸/۹	۱۰	۱۴/۹	۱۰/۱	۱۰/۵
ساعات آفتابی	ساعت در روز	۸/۳	۹/۷	۱۰/۲	۹/۹	۱۰/۳	۸/۰۶
سرعت باد	متر بر ثانیه	۳/۱۴	۳/۳۶	۳/۱۴	۳/۴۲	۲/۶۴	۴
تبخیر و تعرق پتانسیل	میلی متر در روز	۶/۸۹	۹/۹۳	۱۰/۸۷	۹/۲	۹/۶۳	۱۷۶
میزان بارندگی	میلی متر	۱۷/۶۷	۰	۰	۰	۰	۰
متوسط رطوبت نسبی	درصد	۴۱/۲۲	۲۴	۲۱	۱۷	۱۶	۲۷

جدول ۲. مشخصات فیزیکی خاک محل آزمایش

عمق خاک (cm)	بافت خاک	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm ³)	هدایت هیدرولیکی اشباع (cm/hr)	آب در دسترس (mm/m)	رطوبت اشباع (درصد حجمی)	رطوبت نقطه پژمردگی (درصد حجمی)	رطوبت ظرفیت زراعی (درصد حجمی)
۰-۳۰	Clay Loam	۱/۳	۰/۶۷	۱۶۰	۴۸	۲۰	۳۴
۳۰-۶۰	Clay Loam	۱/۳۱	۰/۳۹	۱۴۰	۴۸	۲۳	۳۷
۶۰-۹۰	Clay	۱/۲۵	۰/۱۸	۱۳۰	۴۸	۲۵	۳۹

مطالعه بود. عملیات آبیاری به صورت جویچه‌ای با انتهای بسته با دور آبیاری ۷ روزه (تابعی از ظرفیت نگهداری آب خاک، حداکثر تبخیر و تعرق و عادت و الگوی منطقه) با استفاده از شیلنگ و کنتور حجمی انجام شد. لازم به ذکر است در مراحل اولیه رشد، جهت اطمینان از سبز شدن بذرها دور آبیاری کمتر در نظر گرفته شده و اعمال تیمارها از آبیاری مرحله پنجم (۱۳۹۱/۳/۲۸) به بعد شروع شد (جدول ۳).

آزمایش شامل ۱۲ کرت بود که در هر کرت هشت ردیف کاشت به طول ۵ متر در نظر گرفته شد به صورتی که دو ردیف اول و آخر به عنوان حاشیه، دو ردیف وسط برای برداشت نهایی و ردیف‌های باقیمانده برای نمونه برداری در نظر گرفته شدند. فواصل بین ردیف‌های کشت ۷۵ سانتی‌متر و فواصل بوته‌ها در هر ردیف ۱۷ سانتی‌متر در نظر گرفته شد به طوری که تراکم بوته‌ها ۷۸۴۳۰ بوته در هکتار شد. اطراف و انتهای جویچه‌ها، خاک‌ریزی به ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر جهت جلوگیری از تلفات رواناب ایجاد گردید. بین کرت‌ها جهت جلوگیری از تأثیر تیمارها بر یکدیگر، دو متر به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. به دلیل آن‌که در این تحقیق، بررسی اثرات مواد مغذی خاک مدنظر نبود، در همه کرت‌ها طبق الگوی منطقه، کود سوپرفسفات تریپل قبل از کشت و به صورت یک مرحله‌ای و به میزان ۱۸ کیلوگرم (طبق الگوی ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار) استفاده شد. اما کود اوره در سه مرحله با الگوی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار (جمعا ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار) به میزان ۳/۶ کیلوگرم

کشت در تاریخ ۱۳۹۱/۲/۲۸ انجام شد. قالب طرح، بلوک‌های کامل تصادفی و تیمارهای مورد مطالعه شامل چهار تیمار ۴۰ درصد کم آبیاری (T1)، ۲۰ درصد کم آبیاری (T2)، آبیاری کامل (T3) و ۲۰ درصد بیش آبیاری (T4) بودند. نیاز آبی تیمار شاهد (آبیاری کامل)، با استفاده از اطلاعات روزانه هواشناسی ثبت شده توسط ایستگاه هواشناسی هوشمند موجود در مجاورت مزرعه تحقیقاتی محاسبه گردید. با وارد کردن این اطلاعات در رابطه پنمن - مانیتث اصلاح شده فائو، نخست میزان تبخیر و تعرق پتانسیل روزانه محاسبه گردید. سپس با استخراج مقادیر ضریب گیاهی ذرت در مراحل مختلف دوره رشد آن برای منطقه کرمانشاه از نرم افزار AGWAT (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۱) و ضرب آن‌ها در مقادیر روزانه تبخیر و تعرق پتانسیل، مقادیر تبخیر و تعرق روزانه ذرت محاسبه گردید. به دلیل عدم وجود پدیده بارش در زمان اجرای طرح و صفر بودن مقدار بارش مؤثر با جمع کردن مقادیر تبخیر و تعرق روزانه اتفاق افتاده بین دو مرحله آبیاری، نیاز خالص آبیاری تیمار شاهد محاسبه گردید. سپس به دلیل شرایط کنترل شده طرح، راندمان آبیاری ۹۰ درصد فرض شده و نیاز ناخالص آبیاری تیمار شاهد محاسبه گردید. نیاز آبیاری سایر تیمارها، ضریبی از نیاز آبیاری تیمار شاهد (به همان ترتیبی که در معرفی قالب طرح و تیمارهای آبیاری بیان شد) تعریف شد. دلیل انتخاب تیمار بیش آبیاری عدم اطمینان کافی به روش تعیین نیاز آبیاری تیمار شاهد (استفاده از رابطه پنمن - مانیتث فائو) در منطقه مورد

همکاران، ۱۳۹۱). از حاصل ضرب درصد پروتئین و روغن دانه در عملکرد دانه به ترتیب عملکرد پروتئین و عملکرد روغن دانه ذرت به دست آمد. برای تحلیل آب به کار رفته در سطوح مختلف زراعی از پارامتر بهره‌وری آب استفاده شد. بهره‌وری آب عبارت است از عملکرد محصول به‌میزان آب به‌کار رفته (Molden, 1997). بهره‌وری آب نسبت به عملکردهای دانه، بیومس، پروتئین و روغن به‌ترتیب با تقسیم عملکرد دانه، بیومس، پروتئین و روغن بر میزان آب مصرفی (رابطه ۱) محاسبه گردید (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۵).

$$(1) \quad \text{عملکرد (کیلوگرم در هکتار)} \\ \text{میزان آب مصرفی (متر مکعب در هکتار)} = \text{بهره‌وری آب}$$

پس از اندازه‌گیری صفات مختلف، نمودارهای مربوط به تغییرات شاخص‌های گیاهی در دوره‌ی رشد متأثر از اعمال تیمارهای مختلف کم‌آبیاری با نرم‌افزار Excel ترسیم شد. منظور از روز ژولیوسی در نمودارهای مذکور شماره روز از ابتدای سال میلادی است. آنالیز آماری و مقایسه میانگین مربوط به تیمارهای مختلف برای صفات مربوط به عملکرد نهایی با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و به‌روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

به‌صورت سرک در مراحل مختلف فنولوژیکی رشد گیاه به مزرعه داده شد، که عبارتند از: ۱- کود پایه، ۲- کود مرحله شش برگی و ۳- کود مرحله شروع گلدهی. کنترل علف‌های هرز در مزرعه با وجین دستی انجام شد. هم‌چنین لازم به‌ذکر است که در دوره رشد محصول کشت شده هیچ‌گونه آفت یا بیماری در مزرعه مشاهده نگردید. جهت بررسی روند رشد، بلافاصله بعد از سبز شدن بذرها، هر ۱۰ روز یک بار، صفات وزن خشک کل اندام هوایی، وزن خشک برگ سبز، وزن خشک دانه و وزن خشک ساقه، با نمونه‌گیری از ردیف‌های پیش‌بینی شده برای این منظور اندازه‌گیری شد. هم‌چنین پارامتر شاخص سطح برگ (LAI) نیز با نمونه‌برداری ده روز یک بار و اسکن سطح برگ‌ها و استفاده از مدل کامپیوتری تهیه شده با نرم افزار ویزوال بیسیک جهت تعیین سطح سبز اسکن شده برگ‌ها، تعیین شد. صفات مربوط به برداشت نهایی از قبیل عملکرد دانه، بیومس کل، وزن هزار دانه، تعداد دانه در ردیف‌های بلال، تعداد ردیف در بلال، ارتفاع بوته نیز چند روز پس از رسیدن فیزیولوژیک اندازه‌گیری شدند. هم‌چنین درصد پروتئین دانه به‌روش (Kjeldahl) و درصد روغن دانه به‌روش (Soxhlet) اندازه‌گیری شد (نوریان سرور و

جدول ۳. برنامه آبیاری اعمال شده در طرح برای تیمارهای مختلف

مرحله آبیاری	تاریخ آبیاری	روز ژولیوسی	روز پس از کشت	مقدار آب آبیاری (میلی‌متر)			
				T1	T2	T3	T4
۱	۱۳۹۱/۲/۲۹	۱۳۹	۱	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰
۲	۱۳۹۱/۳/۳	۱۴۴	۵	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰
۳	۱۳۹۱/۳/۱۱	۱۵۲	۱۳	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰
۴	۱۳۹۱/۳/۱۹	۱۶۰	۲۱	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰
۵	۱۳۹۱/۳/۲۸	۱۶۹	۳۰	۲۳	۳۱	۳۹	۴۷
۶	۱۳۹۱/۴/۶	۱۷۸	۳۹	۳۳	۴۴	۵۵	۶۵
۷	۱۳۹۱/۴/۱۳	۱۸۵	۴۶	۴۳	۵۸	۷۲	۸۶
۸	۱۳۹۱/۴/۲۰	۱۹۲	۵۳	۲۱	۲۸	۳۵	۴۲
۹	۱۳۹۱/۴/۲۷	۱۹۹	۶۰	۲۷	۳۶	۴۵	۵۴

ادامه جدول ۳. برنامه آبیاری اعمال شده در طرح برای تیمارهای مختلف

مرحله آبیاری	تاریخ آبیاری	روز ژولوسی	روز پس از کشت	مقدار آب آبیاری (میلی‌متر)			
				T1	T2	T3	T4
۱۰	۱۳۹۱/۵/۳	۲۰۶	۶۷	۳۱	۴۱	۵۱	۶۱
۱۱	۱۳۹۱/۵/۱۰	۲۱۳	۷۸	۳۶	۴۸	۶۰	۷۲
۱۲	۱۳۹۱/۵/۱۷	۲۲۰	۸۱	۲۵	۳۴	۴۲	۵۰
۱۳	۱۳۹۱/۵/۲۴	۲۲۷	۸۸	۳۲	۴۳	۵۴	۶۵
۱۴	۱۳۹۱/۵/۳۱	۲۳۴	۹۵	۲۹	۳۹	۴۸	۵۸
۱۵	۱۳۹۱/۵/۷	۲۴۱	۱۰۲	۲۸	۳۷	۴۶	۵۵
۱۶	۱۳۹۱/۶/۱۴	۲۴۸	۱۰۹	۲۵	۳۳	۴۱	۴۹
جمع کل ارتفاع آب مصرفی در هر تیمار در کل دوره رشد (میلی‌متر)				۵۹۳	۷۱۰	۸۲۸	۹۴۶

در جدول فوق منظور از روز ژولوسی تعداد روز گذشته از ابتدای سال میلادی و T1، T2، T3 و T4 به ترتیب تیمارهای ۴۰ درصد کم‌آبیاری، ۲۰ درصد کم‌آبیاری، آبیاری کامل (تیمار شاهد) و ۲۰ درصد بیش‌آبیاری هستند.

نتایج

اثرات کم‌آبیاری بر صفات کمی و کیفی ذرت

تأثیر کم‌آبیاری بر عملکرد دانه: نتایج نشان داد که اختلاف بین عملکرد دانه برای سطوح مختلف آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد و کم‌آبیاری باعث کاهش محسوس در عملکرد دانه گردیده است (جدول ۴). نتیجه مقایسه میانگین عملکرد دانه برای تیمارهای مختلف بیان‌گر این است که با افزایش میزان آب آبیاری، عملکرد دانه افزایش یافته است، به طوری که هریک از تیمارهای کم‌آبیاری، در گروه آماری متفاوتی قرار گرفتند (جدول ۵). هم‌چنین نتایج، کاهش بیش از ۷۳ درصدی عملکرد دانه نسبت به حالت پتانسیل در اثر تخصیص ۲۸/۵ درصد آب کمتر نسبت به حالت آبیاری کامل را نشان داد (جدول ۶).

تأثیر کم‌آبیاری بر عملکرد بیولوژیک: در جدول ۴ مشخص است که بین سطوح مختلف آبیاری از نظر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد. با مقایسه بین میانگین تیمارها که در جدول ۵ نشان داده شده است، مشخص شد که هرکدام از تیمارهای کم‌آبیاری از نظر صفت عملکرد بیولوژیک در گروه‌های آماری متفاوتی قرار دارند. با کاهش مقدار آب آبیاری

نسبت به تیمار شاهد، عملکرد بیولوژیک نیز به طور مشابه با عملکرد دانه کاهش یافت، اما شدت این کاهش نسبت به صفت عملکرد دانه کمتر بود (۴۶/۹ درصد به ازاء کاهش ۲۸/۵ درصدی مقدار آب آبیاری نسبت به تیمار شاهد) (جدول ۶).

تأثیر کم‌آبیاری بر وزن خشک ساقه: تجزیه آماری نشان داد، کم‌آبیاری تأثیر معنی‌داری بر صفت وزن خشک ساقه گیاه ذرت داشته است (جدول ۴). با کاهش مقدار آب آبیاری وزن خشک ساقه به تدریج کاهش یافت. در این آزمایش تیمارهای کم‌آبیاری تا حدودی باعث کاهش وزن خشک ساقه گردیدند (جدول ۶)، اما کاهش وزن خشک ساقه در تیمار T1 به رقم قابل ملاحظه‌ای رسید که باعث شد این تیمار از نظر آماری در گروه متفاوتی قرار گیرد (جدول ۵).

تأثیر کم‌آبیاری بر وزن خشک بلال: برای صفت وزن خشک بلال نتایج اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد بین تیمارها را نشان می‌دهد (جدول ۴). از نظر این صفت بین تیمار بیش‌آبیاری و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. اما تیمارهای کم‌آبیاری، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر و تیمار شاهد داشتند (جدول ۵).

جدول ۴. تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی ذرت دانه‌های متأثر از تیمارهای مختلف آبیاری

میانگین مربعات								درجه آزادی	منبع تغییرات
ارتفاع بوته	شاخص سطح برگ	وزن هزار دانه	حداکثر وزن خشک برگ	وزن خشک بلال	وزن خشک ساقه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه		
ns. ۰/۰۲۹	ns. ۰/۱۴۶	ns. ۶۵۳	ns. ۳۴۹۱۹	ns. ۲۷۴۷۰۹۷	ns. ۴۷۶۰۰۳	ns. ۲۱۴۶۱۴۲	ns. ۲۲۹۲۱۹	۲	تکرار
*. ۰/۱۱۵	*. ۰/۹۴۳	ns. ۷۳۸	** ۸۷۹۵۰۶	** ۷۰۳۷۴۹۷۲	* ۹۲۹۸۲۹۳	** ۱۲۷۹۲۱۰۷۰	** ۴۷۹۸۵۲۱۳	۳	کم آبیاری
۰/۰۱	۰/۱۷۵	۳۰۰	۵۵۰۲۰	۱۱۸۲۶۵۳	۹۷۳۱۶۵	۸۵۲۹۳۴	۱۳۵۹۲۷	۶	خطا
۵/۴۸	۴/۱۴	۷/۴۷	۱۴/۴۵	۱۱/۰۴	۵/۷۰	۴/۴۶	۴/۹۹		ضریب تغییرات

میانگین مربعات								درجه آزادی	منبع تغییرات
درصد روغن	درصد پروتئین	عملکرد روغن دانه	عملکرد پروتئین دانه	تعداد دانه در بلال	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	تعداد دانه در ردیف		
ns. ۰/۰۵	ns. ۰/۵۶	ns. ۲۷۳۲/۳۱۱	ns. ۸۲۱۷/۷۸۸	ns. ۵۲۵	ns. ۱/۷۷	ns. ۱۰/۱۶	ns. ۱۰/۱۶	۲	تکرار
*. ۰/۷۲۵	** ۳/۱۱	** ۱۱۰۵۸۸/۳۹۷	** ۲۸۱۲۳۷/۱۷۱	* ۱۴۵۷۸	ns. ۳/۲۸	* ۵۲/۲۵	* ۵۲/۲۵	۳	کم آبیاری
۰/۱۳۷	۰/۲۹	۴۱۵۴/۶۶۶	۲۷۳۹/۰۰۸	۱۰۵۴	۱/۹۷	۷/۵	۷/۵	۶	خطا
۹/۳۸	۱۱/۷۱	۷/۰۱	۱۳/۳۲	۱۱/۲۳	۱۰/۷۸	۱۳/۷۲	۱۳/۷۲		ضریب تغییرات

* معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد و ns غیر معنی دار

تأثیر کم آبیاری بر وزن خشک برگ سبز: جدول ۴

نشان می‌دهد که تأثیر تیمارهای کم آبیاری بر صفت حداکثر وزن خشک برگ سبز در سطح یک درصد معنی دار بوده است. براساس مقایسه میانگین تیمارهای مختلف کم آبیاری برای حداکثر مقدار میانگین وزن خشک برگ سبز در طول دوره رشد، بین تیمارهای T4، تیمار شاهد و تیمار T2 اختلاف معنی داری وجود نداشت. همچنین اختلاف بین تیمارهای T1 و T2 معنی دار نبوده است. اما اختلاف بین تیمارهای شاهد و T4 با تیمار T1 از نظر وزن خشک برگ سبز معنی دار بوده است (جدول ۵). به طوری که وزن خشک برگ سبز در تیمار T4 و وزن آن در تیمار T1 بیش از ۳۶ درصد اختلاف داشته‌اند (جدول ۶).

تأثیر کم آبیاری بر وزن هزار دانه: در این تحقیق

تیمارهای کم آبیاری اثر معنی داری بر صفت وزن هزاردانه نداشتند (جدول ۴). با افزایش مقدار آب آبیاری میانگین وزن هزار دانه اندکی افزایش یافت (جدول ۶). اما شیب

افزایش آن کم بود، به طوری که باعث اختلاف معنی داری بین تیمارهای کم آبیاری نشد (جدول ۵).

تأثیر کم آبیاری بر شاخص سطح برگ: بررسی مقادیر

اندازه‌گیری شده نشان داد که اختلاف بین تیمارهای کم آبیاری از نظر صفت شاخص سطح برگ، در سطح یک درصد معنی دار بوده است. از جدول ۴ مشخص است که با افزایش میزان آب آبیاری، میزان حداکثر شاخص سطح برگ افزایش می‌یابد. نرخ افزایش شاخص سطح برگ برای تیمارهایی که تخصیص آب در آنها بیشتر است کاهش یافته است (جدول ۶).

تأثیر کم آبیاری بر ارتفاع بوته: تیمارهای کم آبیاری از نظر

صفت ارتفاع بوته اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد داشتند (جدول ۴). مقایسه میانگین تیمارهای مختلف کم آبیاری نشان داد که بین تیمارهای T4، تیمار شاهد و تیمار T2 از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی داری نبوده است (جدول ۵). در تیمار کم آبیاری ملایم‌تر اختلاف بین

تأثیر کم آبیاری بر تعداد ردیف در بلال: تجزیه واریانس اثر تیمارهای کم آبیاری، اختلاف معنی داری بین تیمارها را نشان نداد (جدول ۴). اندازه گیری ها نشان داد که تعداد ردیف در بلال برای تیمارهای مختلف بسیار بهم نزدیک هستند و اختلاف بین تیمارها محسوس نیست (جدول ۵).

تأثیر کم آبیاری بر تعداد دانه در بلال: تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف کم آبیاری بر تعداد دانه در بلال، وجود اختلاف معنی دار در سطح یک درصد بین تیمارها را نشان داد (جدول ۴). در مورد این صفت نیز، کم آبیاری باعث کاهش تعداد دانه در بلال گردیده است ولی افزایش شدت تنش خشکی باعث کاهش معنی دار صفت تعداد دانه در بلال، نسبت به تیمار تنشی دیگر نگردیده است (جدول ۵).

تیمارها وجود نداشت. اما در تیمار T1 ارتفاع بوته به میزان بیش از ۲۱ درصد کاهش یافته است (جدول ۶).

تأثیر کم آبیاری بر تعداد دانه در ردیف های بلال: تجزیه واریانس اثر کم آبیاری بر صفت تعداد دانه در ردیف های بلال مشخص نمود که از نظر این صفت بین تیمارها در سطح پنج درصد اختلاف وجود دارد (جدول ۴). نتیجه مقایسه میانگین ها نشان داد که بین تیمار T4 و تیمار شاهد از نظر تعداد دانه در ردیف های بلال اختلاف معنی داری وجود نداشت. اما بین تیمارهایی که به اندازه ی کافی آب دریافت کرده اند و تیمارهای کم آبیاری اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد وجود دارد، همچنین بین تیمارهای T2 و T1 اختلاف معنی داری مشاهده نگردید (جدول ۵).

جدول ۵. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه ذرت دانه های در سطوح مختلف آبیاری

ارتفاع بوته (متر)	شاخص سطح برگ	وزن هزار دانه (گرم)	حداکثر وزن خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک بلال (کیلوگرم در هکتار)	وزن خشک ساقه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	سطوح آبیاری
۱/۵۱ ^b	۴/۰۵ ^b	۲۰۹ ^a	۲۲۸۹ ^b	۳۸۹۵ ^c	۷۱۳۷ ^b	۱۲۵۳۸ ^d	۲۵۱۹ ^d	T1
۱/۸۶ ^a	۴/۶۴ ^{ab}	۲۳۶/۲ ^a	۲۸۹۸ ^{ab}	۸۲۵۶ ^b	۸۲۵۱ ^{ab}	۱۸۹۴۷ ^c	۵۹۴۶ ^c	T2
۱/۹۱ ^a	۵/۱۸ ^a	۲۳۷/۴ ^a	۳۳۴۳ ^a	۱۲۲۲۳ ^a	۹۵۷۱ ^{ab}	۲۳۶۲۸ ^b	۹۴۹۹ ^b	T3 (شاهد)
۱/۹۲ ^a	۵/۲۶ ^a	۲۴۴/۷ ^a	۳۴۹۶ ^a	۱۵۰۲۱ ^a	۱۱۲۲۵ ^a	۲۷۷۴۶ ^a	۱۱۶۰۱ ^a	T4

ادامه جدول ۵. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه ذرت دانه های در سطوح مختلف آبیاری

درصد روغن	درصد پروتئین	عملکرد روغن دانه (کیلوگرم بر هکتار)	عملکرد پروتئین دانه (کیلوگرم بر هکتار)	تعداد دانه در بلال	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	سطوح آبیاری
۶/۲۹ ^a	۱۰/۵۳ ^a	۱۵۸/۴۹۹ ^c	۲۶۵/۳۲۶ ^c	۲۹۹ ^b	۱۲/۳ ^a	۲۳/۸ ^b	T1
۵/۴۶ ^b	۹/۱۸۷ ^{ab}	۳۲۴/۵۰۰ ^b	۵۴۶/۳۰۰ ^b	۳۲۸ ^b	۱۴/۷ ^a	۲۲/۷۵ ^b	T2
۵/۳۰ ^b	۸/۹۱ ^{ab}	۵۰۳/۸۳۹ ^{ab}	۸۴۶/۴۰۶ ^a	۳۶۵ ^{ab}	۱۳/۵۷ ^a	۲۶/۸۸ ^{ab}	T3 (شاهد)
۵/۰۱ ^b	۸/۰۸ ^b	۶۰۵/۹۴۵ ^a	۹۳۷/۲۸۴ ^a	۴۵۹ ^a	۱۴/۲ ^a	۳۶ ^a	T4

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون برای سطوح هر تیمار، اختلاف معنی داری با یکدیگر ندارند (آزمون Duncan ۰/۰۵). T1, T2, T3 و T4 به ترتیب برابر ۴۰٪ کم

آبیاری، ۲۰٪ کم آبیاری، آبیاری کامل (پتانسیل)، و ۲۰٪ بیش آبیاری می باشند.

جدول ۶. مقایسه تغییرات نسبی میانگین صفات مورد مطالعه ذرت دانه ای در چهار سطح مختلف آبیاری

سطوح آبیاری	حجم آب آبیاری در دوره رشد	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	وزن خشک ساقه	وزن خشک بلال	حداکثر وزن خشک برگ	وزن هزار دانه	شاخص سطح برگ	ارتفاع بوته (متر)
T1	-۲۸/۴۱	-۷۳/۴	-۴۶/۹	-۲۵/۴	-۶۸/۱	-۳۱/۵	-۱۲	-۲۱/۹	-۲۱/۰۵
T2	-۱۴/۲۰	-۳۷/۴	-۱۹/۸	-۱۳/۸	-۳۲/۵	-۱۳/۳	-۰/۵	-۱۰/۶	-۲/۶۲
T3 (شاهد)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
T4	+۱۴/۰۲	+۲۲/۱	+۱۷/۴	+۱۷/۳	+۲۲/۹	+۴/۶	+۳/۱	+۱/۴	+۰/۵۸

ادامه جدول ۶. مقایسه تغییرات نسبی میانگین صفات مورد مطالعه ذرت دانه ای در چهار سطح مختلف آبیاری

سطوح آبیاری	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در بلال	عملکرد پروتئین دانه	عملکرد روغن دانه	درصد پروتئین	درصد روغن
T1	-۱۱/۳۵	-۹/۴	-۱۸	-۶۸/۶۵	-۶۸/۵۴	+۱۸/۱۷	+۱۸/۶
T2	-۱۵/۳۸	+۸/۴	-۱۰/۳	-۳۵/۴۶	-۳۵/۵۹	+۳/۱۱	+۲/۹
T3 (شاهد)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
T4	+۱۹/۳	+۴/۹	۲۵/۷	+۱۰/۷۴	+۲۰/۲۶	-۹/۳۳	-۱/۵

تأثیر کم آبیاری بر عملکرد و درصد پروتئین دانه:

تجزیه واریانس بین تیمارهای مختلف کم آبیاری برای صفت درصد پروتئین دانه ذرت نشان داد که اختلاف معنی داری بین این تیمارها از نظر درصد پروتئین دانه ذرت وجود داشت (جدول ۴). مقایسه بین میانگین درصد پروتئین دانه ذرت نشان داد که بین تیمار T4 و تیمار T1 اختلاف معنی دار وجود دارد (جدول ۵). ارقام جدول ۵ نشان می‌دهند که با کاهش ۲۸/۵ درصدی آب آبیاری نسبت به تیمار شاهد درصد پروتئین دانه بیش از ۱۸ واحد افزایش یافت اما عملکرد پروتئین که حاصل ضرب عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه است برخلاف این موضوع بیش از ۶۸ درصد کاهش خواهد یافت (جدول ۶).

تأثیر کم آبیاری بر عملکرد و درصد روغن دانه:

تجزیه واریانس اثر تیمارهای کم آبیاری بر صفت درصد روغن دانه ذرت نشان داد که اختلاف معنی داری بین تیمارها در سطح ۵ درصد وجود داشت (جدول ۴). در این تحقیق، با کاهش مقدار آب آبیاری و وارد شدن تنش

خشکی به ذرت، درصد روغن دانه افزایش یافت (جدول ۵). تیمارهای کم آبیاری ملایم تأثیری در افزایش درصد روغن دانه ذرت نداشته است فقط تیمار T1 که نسبت به سایر تیمارها از شدت تنش بیشتری برخوردار بوده است، موجب افزایش درصد روغن دانه ذرت شده است (جدول ۶).

نتایج مربوط به شاخص بهره‌وری نسبت به عملکردهای دانه، بیولوژیک، روغن و پروتئین: ارقام جدول ۷ نشان می‌دهند که، بیشترین مقدار شاخص بهره‌وری آب آبیاری در بین تیمارهای مختلف از لحاظ عملکرد دانه، مربوط به تیمار T4 به میزان ۱/۰۵۱ کیلوگرم بر متر مکعب است. هم‌چنین از نظر صفت بهره‌وری آب نسبت به عملکرد بیولوژیک تیمارهای T4 و T3 و T2 از لحاظ آماری در یک گروه قرار دارند و تیمار T1 با کمترین مقدار این صفت در گروهی متفاوت نسبت به سایر تیمارها قرار دارد. در مورد صفت بهره‌وری آب نسبت به عملکرد روغن و پروتئین تیمارهای T4 و T3 در

جدول ۷. مقایسه میانگین بهره‌وری آب صفات مورد مطالعه ذرت دانه‌ای (Kg/m^3)

سطوح آبیاری	عمق آب داده شده در کل دوره رشد (mm)	بهره‌وری آب نسبت به عملکرد دانه	بهره‌وری آب نسبت به بیولوژیک	بهره‌وری آب نسبت به عملکرد روغن	بهره‌وری آب نسبت به عملکرد پروتئین
T1	۵۹۳	۰/۴۵۶ ^c	۲/۲۷۲ ^b	۰/۰۲۸۷ ^b	۰/۰۴۸۱ ^c
T2	۷۱۰	۰/۸۰۸ ^b	۲/۵۷۴ ^a	۰/۰۴۴۱ ^{ab}	۰/۰۷۴۲ ^b
T3 (شاهد)	۸۲۸	۱/۰۳۳ ^a	۲/۵۶۸ ^a	۰/۰۵۴۸ ^a	۰/۰۹۲۰ ^a
T4	۹۴۶	۱/۰۵۱ ^a	۲/۵۱۳ ^b	۰/۰۵۴۹ ^a	۰/۰۸۴۹ ^a

یک گروه آماری قرار گرفتند. بیشترین مقدار بهره‌وری آب نسبت به عملکرد روغن مربوط به تیمار T4 به میزان ۰/۰۵۴۹ کیلوگرم بر مترمکعب و بیشترین مقدار بهره‌وری آب نسبت به عملکرد پروتئین مربوط به تیمار T3 به مقدار ۰/۰۹۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب بود.

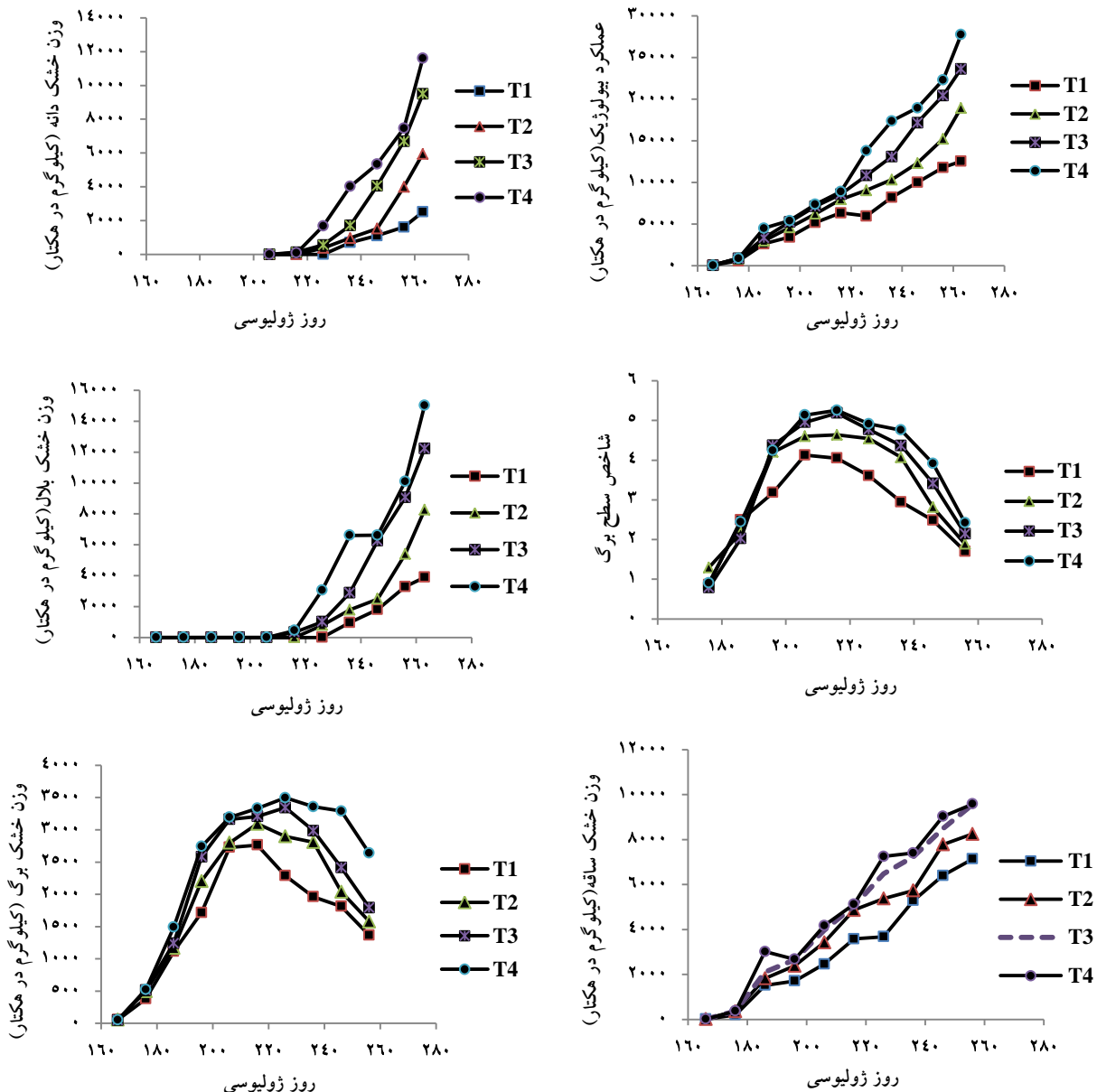
نتایج مربوط به بررسی اثرات تنش بر روند رشد

اثر سطوح مختلف کم‌آبیاری بر روند تغییرات صفات ذرت دانه‌های در طول دوره رشد آن در شکل ۱ ارائه شده است. در مورد صفت وزن خشک دانه، در ابتدای دوره تشکیل محصول تفاوت محسوسی بین تیمارها مشاهده نشد. در مورد صفت وزن خشک بلال به‌طور مشابه با وزن خشک دانه، در اوایل دوره رشد اختلافی بین تیمارها (به جز تیمار بیش آبیاری) وجود نداشت. با گذشت زمان (تقریباً تا اواسط دوره تشکیل محصول) اختلاف بین تیمارها بیشتر شده است، اما اختلاف بین تیمار بیش آبیاری و تیمار شاهد به تدریج کاهش یافته است. در چند مرحله نخست آبیاری، از نظر عملکرد بیولوژیک اختلاف چندانی بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد و تا اواسط دوره رشد عملکرد بیولوژیک همه تیمارها در سطح تقریباً یکسانی بود. اما از اواسط دوره رشد به بعد، به تدریج با مؤثر شدن تیمارها، اختلاف بین تیمارها ایجاد شده و تا زمان برداشت محصول ادامه داشت. به‌طور مشابه با عملکرد بیولوژیک، در اوایل دوره

رشد اختلاف قابل ملاحظه‌ای بین تیمارهای کم‌آبیاری از نظر وزن خشک و شاخص سطح برگ وجود نداشت. به تدریج با مؤثر واقع شدن تیمارها، اختلاف بین آن‌ها از نظر این دو صفت بیشتر شد. در انتهای دوره رشد این اختلاف کاهش یافت. وزن خشک ساقه مشابه با سایر صفات تحت تأثیر کم‌آبیاری قرار گرفت. در ابتدای دوره رشد و قبل از اعمال تیمارهای کم‌آبیاری، اختلاف چندانی بین تیمارها از نظر این صفت مشاهده نگردید. به تدریج و با اعمال تیمارهای کم‌آبیاری، مشاهده شد که وزن خشک ساقه در تیمارهایی که تنش آبی در آن‌ها شدیدتر بود، بیشتر کاهش یافت.

نتیجه‌گیری

در مناطقی که کمبود آب موجب محدودیت در کشاورزی باشد، اگر اثرات منفی تنش آبی بر میزان محصول معنی‌دار نباشد می‌توان استراتژی کم‌آبیاری را برای صرفه‌جویی در مصرف آب توصیه نمود. اما طبق نتایج این مطالعه، تنش کم‌آبی بر اکثر صفات گیاه ذرت دانه‌های رقم SC.704 تأثیر معنی‌دار منفی و کاهش داشت. عملکرد اندام ذخیره‌ای (شامل عملکرد دانه و وزن خشک بلال) که یکی از صفات مهم و مؤثر بر تصمیم‌گیری‌های کلی در بحث استراتژی کم‌آبیاری می‌باشد، به شدت تحت تأثیر کم‌آبیاری قرار گرفت.



شکل ۱. اثر سطوح مختلف کم آبیاری بر روند تغییرات صفات ذرت دانه ای در دوره رشد

بر عملکرد دانه نبوده است. هم چنین مشخص شد ذرت دانه ای در اوایل دوره رشد حساسیت کمتری نسبت به تنش آبی دارد و به تدریج از اواسط دوره رشد بر شدت تأثیر تیمارهای تنشی افزوده می شود و در زمان لقاح و تشکیل دانه به حداکثر مقدار خود می رسد. لذا در این منطقه، فقط با هدف استفاده از بیومس ذرت می توان استراتژی کم آبیاری را با احتیاط در اوایل دوره رشد آن (مرحله رشد رویشی) توصیه کرد. اما بحث دیگری که

با توجه به اختلاف معنی دار بین عملکرد دانه در سطوح مختلف آبیاری و کاهش بیش از ۷۳ درصدی آن در اثر کاهش ۲۸/۵ درصدی تخصیص آب نسبت به حالت آبیاری کامل، اگر هدف از کشت ذرت، برداشت دانه باشد، استراتژی کم آبیاری در منطقه کرمانشاه توصیه نمی شود. اما نتایج نشان داد که شدت تأثیر کم آبیاری بر سایر اجزای عملکرد ذرت مانند وزن خشک بلال، وزن خشک ساقه و وزن خشک برگ به اندازه شدت تأثیر آن

دانه نشد. همچنین بررسی شاخص بهره‌وری آب برای صفات عملکرد دانه، عملکرد بیومس، عملکرد پروتئین و روغن دانه ذرت، عدم توانایی استراتژی کم‌آبیاری در ارتقاء این شاخص را نشان داد به طوری که مقادیر حداکثر این صفت به تیمار بیش‌آبیاری اختصاص داشت. با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان بیان نمود که کم‌آبیاری شدید برای گیاه ذرت دان‌های در شرایط آب‌وهوایی کرمانشاه و مناطق با خصوصیات آب‌وهوایی مشابه، مناسب نیست.

معمولاً در رابطه با استراتژی کم‌آبیاری مطرح است این است که احتمالاً کم‌آبیاری موجب افزایش خصوصیات کیفی محصول شده و به طور مثال در ذرت با استخراج مقدار بیشتر روغن، سود حاصل از کشت این محصول افزایش می‌یابد. اما در خصوص موضوع مطرح شده، در این مطالعه هرچند کم‌آبیاری کیفیت دانه ذرت را با تأثیر بر درصد پروتئین و روغن آن افزایش داد، اما در مجموع موجب افزایش عملکرد کلی پروتئین و روغن

فهرست منابع

- امیدواری‌نیا، م. و موسوی جهرمی، س. ح. ۱۳۹۱. بهینه‌سازی کارایی مصرف آب و عملکرد سیب‌زمینی با استفاده از تئوری آنالیز حاشیه‌ای. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۱ (۴): ۱-۱۸.
- احمدی، ک.، قلی زاده، ح. ا.، عباد زاده، ح.، حسین پور، ر.، حاتمی، ف. و فضلی، ب. ۱۳۹۴. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۳. تهران: وزارت جهادکشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
- بیگلویی، م.، کافی قاسمی، ع.، جواهردشتی، م. و اصفهانی، م. ۱۳۹۲. اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و کیفیت ذرت (سینگل کراس ۷۰۴) در منطقه رشت. مجله علوم زراعی ایران، ۱۵ (۳): ۱۹۶-۲۰۶.
- جلیلیان، ع.، قبادی، ر. و فرنی، ا. ۱۳۸۹. تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و کود نیتروژن بر صفات کیفی دانه‌ی ذرت (هیبرید ۷۰۴). پنجمین همایش ایده‌های نو در کشاورزی. اصفهان: دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.
- حیدری سورشجانی، س.، شایان نژاد، م.، نادری، م.، و حقیقتی، ب. ۱۳۹۴. تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت علوفه ای رقم (NS) و تعیین عمق بهینه آبیاری آن در شرایط کمبود آب. نشریه علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۱۹ (۷۳): ۱۲۵-۱۳۷.
- دوکوهی، ح.، قیصری، م. و کریمی جعفری، م. ۱۳۹۱. تعیین ضریب پاسخ محصول ذرت به کم‌آبی تحت مدیریت آبیاری بارانی توسط مدل DSSAT در دوره‌های متفاوت رشد. سومین همایش ملی مدیریت جامع منابع آب. ساری: دانشکده علوم کشاورزی و منابع طبیعی.
- دهقانپور، ز. ۱۳۹۳. دستورالعمل فنی کاشت، داشت و برداشت ذرت (دانه ای و علوفه ای). کرج، وزارت جهاد کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر: نشر آموزش کشاورزی.
- سپاسخواه، ع. ر.، توکلی، ع. ر. و موسوی س. ف. ۱۳۸۵. اصول و کاربرد کم‌آبیاری. تهران: انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
- عابدی کوپائی، ج.، خواجه علی، ج.، سلیمانی، ر. و ملائی، ر. ۱۳۹۳. تأثیر توأم تنش آبی و آفات بر عملکرد ذرت. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۸ (۶۷): ۲۳-۳۳.
- علیزاده، ا.، وظیفه دوست، م.، کمالی، غ.، باستانی، خ.، مرتضوی، ا. و ایزدی، ا. ۱۳۸۱. نرم افزار بهینه سازی الگوی مصرف آب کشاورزی

AGWAT

نوریان سرور، ا.، معینی، م. م. و بحیرانی، ا. ۱۳۹۱. اصول تجزیه خوراک دام و طیور (نسخه دوم). کرمانشاه: انتشارات دانشگاه رازی.

Azarpanah, A., Alizadeh, O., Dehghanzadeh, H & Zare, M. 2013. The effect of irrigation levels in various growth stages on morphological characteristics and yield components of Zea mays L. Technical Journal of Engineering and Applied Sciences. (14) 3: 1459-1447.

- Mohammadai, H., Soleymani, A & Shams, M. 2012. Evaluation of Drought Stress Effects on Yield Components and Seed Yield of Three Maize Cultivars (*Zea mays* L.) in Isfahan region. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, (19) 4: 1436-1439.
- Molden, D. 1997. Accounting for water use and productivity. International irrigational irrigation management institute. Colombo, Sri Lanka, 16 pp.
- Payero, J., Tarkalson, D., Irmak, S., Davison, D., & Petersen, J. 2009. Effect of timing of a deficit-irrigation allocation on corn evapotranspiration, yield, water use efficiency and dry mass. *Agricultural Water Management*, 96: 1387-1397.
- Salemi, H., Soom, M.A., Lee, T.S., Kamil, Y.M., & Desa, A. 2011. Effects of deficit irrigation on water productivity and maize yields in arid regions of Iran. *Pertanika Journal of Tropical Agriculture Sciences*, 34 (2): 207-216.
- Saxton, K.E. and Rawls. W.J. 2006. Soil water characteristic estimates by texture and organic matter for hydrologic solutions. *Soil Science Society of America Journal*, 70 (5): 1569-1578.
- Tagheian aghdam, A., hashemi, R., khashei, a., & shahidi, a. 2014. Effects of Various Irrigation Treatments on Qualitative and Quantitative Characteristics of Sweet Corn. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 8 (9): 1165-1173.



ISSN 2251-7480

Effects of deficit irrigation on growth trend, quantity and quality characteristics of maize in Kermanshah

Abdoreza Ahmadpour^{1*}, Bahman Farhadi Bansouleh² and Mokhtar Ghobadi³

1*) Ph.D. Student, Water Science and Engineering. Department, Razi University, Kermanshah, Iran

*)Corresponding author email: abdoreza.ahmadpour@gmail.com

2) Assistant Professor, Water Science and Engineering. Department, Razi University, Kermanshah, Iran

3) Associate Professor, Agronomy and plant breeding Engineering. Department, Razi University, Kermanshah, Iran

Received: 27-08-2016

Accepted: 03-11-2016

Abstract

This study was conducted to investigate impacts of deficit irrigation on trend of crop growth, quantity and quality characteristics and water use efficiency of maize in Kermanshah. The field study was carried out at a randomized complete block design with four irrigation treatments (40% deficit irrigation, 20% deficit irrigation, full irrigation (FAO Penman-Monteith method) and 20% over irrigation) and three replications with furrow irrigation method. Results indicated that impacts of deficit irrigation was significant on grain yield, biomass, weight of stems, weight of ears, weight of leaves, leaf area index, plant height, number of kernels per row, number of kernels per ear, grain protein and fat. The impacts of water stress on characteristics of maize were different in different stages of growth and were higher at the end of the growing season (grain filling stage). Maximum amount of water use efficiency in grain and fat was in T4 respectively 1.051 and 0.0549 Kg/ha and for biomass and protein was in T3 respectively 2.568 and 0.092 Kg/ha. So deficit irrigation is not recommended for maize in Kermanshah.

Keywords: fat, protein, water stress, water use efficiency