



## مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۶

صفحه‌های ۱۹۶-۱۸۳

# تأثیر روش و سطوح آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم جدید ذرت (سینگل کراس برکت ۳ SC.B3)

علی خیرآبادی<sup>۱</sup> محمدحسین نجفی مود<sup>۲</sup> علی شهیدی<sup>۳</sup> و عباس خاشعی سیوکی<sup>۴</sup>

۱. کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

۲. استادیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

۳ و ۴. دانشیار، گروه علوم و مهندسی آب، دانشگاه بیرجند

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۶/۱۲

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۱۲/۱۲

### چکیده

ارائه راهکارهایی برای بهره‌وری بیشتر از آب، به‌خصوص در بخش کشاورزی، یکی از روش‌های مهم برای بهبود وضعیت منابع آب ایران است. هدف از انجام پژوهش حاضر، دست‌یابی به بهترین سطح آبیاری در روش‌های آبیاری برای کشت ذرت در شهرستان جویین است. به این منظور، تحقیقی در مزرعه تحقیقاتی شرکت برکت شهرستان جویین روی دو رقم ذرت (سینگل کراس ۷۰۴، سینگل کراس برکت ۳) با طول دوره رشد بلندمدت (۱۳۵ روز) انجام شد. این آزمایش با استفاده از کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار و چهار تکرار انجام شد. تیمارها عبارت بودند از: یک تیمار فرعی که شامل سطوح آبیاری کامل و پُرابیاری و دو سطح تنش ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی می‌شد و تیمار فرعی دیگر که شامل رقم ذرت بود. تیمار اصلی روش آبیاری قطره‌ای-نواری و آبیاری جوی و پشته‌ای و دو تیمار فرعی نوع رقم بود. نتایج پژوهش نشان داد اثر کم‌آبیاری بر کارایی مصرف آب، کارایی مصرف بیولوژیک آب، عملکرد دانه، در سطح احتمال یک درصد معنادار شد. هنگام بررسی کارایی مصرف آب در رقم، رقم سینگل کراس برکت ۳ به میزان پنج درصد نسبت به رقم سینگل کراس ۷۰۴ کارایی بیشتری داشته است.

کلیدواژه‌ها: آبیاری نشتی، آبیاری تحت فشار، جویین، عملکرد، کارایی مصرف آب.

## مقدمه

بهره‌وری بیشتر و بهینه‌سازی از جمله موضوعاتی است که در کلیه رشته‌های دارای مبانی اقتصادی نمود و جایگاه ویژه‌ای دارد. شاید در گذشته به دلیل وفور برخی منابع و نهادها و همچنین نبود محدودیت در آنها، تأمین آب هزینه‌چندانی در بر نداشت، اما امروزه به دلیل رشد جمعیت و توجه به فرهنگ زیست‌محیطی، امنیت غذایی و تلاش برای بهبود وضع بهداشت و درمان و زیاده‌خواهی رفاهی از یک سو و محدودیت منابع حیاتی و سایه‌انداختن ترفندهای سیاسی بر روابط انسانی از سوی دیگر، سبب شده است که بسیاری از معادلات متوازن به نامعادلات جدی تبدیل شوند و یکی از این نامعادلات، مسئله آب مصرفی در کشاورزی است. بنابراین، جدا از همه مسائل و موضوع‌ها، مسئله آب از مهم‌ترین و راه‌گشایترین مسائل در حل مشکل تأمین غذای بشر در جهان است (۸).

بیشتر تحقیقات انجام‌شده در زمینه کم‌آبیاری طی دهه‌های اخیر با اهداف ایجاد تغییر و تحولات جهت‌دار در گیاه، صرفه‌جویی در مصرف آب و رابطه آن با عملکرد و استفاده حداکثری و بهینه از واحد حجم آب مصرفی و درنهایت بررسی آثار تنشی ناشی از کم‌آبیاری بوده است (۲) و (۳). سپهری و قمری‌نیا تحقیقی با موضوع «بررسی آثار سطوح مختلف آبیاری قطره‌ای تیپ بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای رقم سینگل‌کراس ۷۰۴ (SC 704)» انجام دادند. تیمارهای آزمایش‌شده در پژوهش آنها، آبیاری با اعمال ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه ذرت در سیستم آبیاری قطره‌ای تیپ بودند. نتایج پژوهش آنها نشان داد بیشترین عملکرد محصول مربوط به تیمار آبیاری قطره‌ای تیپ در سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی بود. بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب نیز به ترتیب مربوط به تیمارهای آبیاری قطره‌ای در سطح ۸۰ درصد نیاز آبی و رژیم آبیاری کامل بودند (۸).

در تحقیقی به منظور بررسی پاسخ‌های ارگانیکی گیاه، مانند رویش گیاه، پارامترهای خاک (افزایش EC۱ و نترات) در برابر چند تیمار کم‌آبیاری (۱۰۰، ۷۵، ۵۰، ۲۵ و ETm) به‌کاررفته در طی مرحله رشد رویشی، پرداخته شد. یافته‌های تحقیق یادشده نشان می‌دهد در کم‌آبیاری طی مرحله رشد رویشی (به‌کارگرفتن ۷۵ درصدی تبخیر و تعرق) افزایش ۱۹/۴ درصدی عملکرد بلال، ۹/۴ درصدی در عملکرد محصول خشک، ۱۰/۵ درصدی تعداد بلال‌های هر گیاه، ۱۱/۵ درصدی وزن هزاردانه در مقایسه با تیمار آبیاری کامل به دست آمد. در حالی که پارامترهای رشد ریشه، اندام هوایی، ارتفاع گیاه طی مرحله رشد رویشی هم‌زمان با افزایش میزان تنش آب به بیش از ۵۰ درصد تبخیر و تعرق تحت تأثیر قرار گرفته است (۲۱). کارایی مصرف آب یکی از فاکتورهای مهم مدیریتی و شاخص بهره‌وری میزان آب مصرف‌شده است و در به‌کارگیری تصمیم‌های مدیریت زراعی یا اصلاح آن بسیار مؤثر و راهگشا خواهد بود. به‌خصوص اینکه در وضعیت موجود، بحران آب منطقه‌ای نیست، بلکه بین‌المللی است و اهمیت آن در کشاورزی تا حدی افزایش یافته که هنگام ارزیابی طرح‌های آبیاری به میزان برداشت از واحد سطح تلاش به‌منظور افزایش یا بهبود آن کمتر از قبل توجه می‌شود. شاخصی که اهمیت فراوانی در این‌گونه ارزیابی‌ها دارد، میزان محصول برداشت‌شده به ازای یک واحد مصرف آب است. راندمان بهره‌وری به‌صورت میزان عملکرد اقتصادی به‌دست‌آمده از مصرف یک واحد آب تعریف می‌شود. واحد آب می‌تواند عمق یا وزن آب مصرف‌شده در نظر گرفته شود و به همین منظور است که مفهوم کم‌آبیاری موضوع پیدا می‌کند و در سال‌های اخیر بسیاری از تحقیقات بخش فنی-مهندسی را در تحقیقات بخش

## 1. Electrical Conductivity

## مدیریت آب و آبیاری

## تأثیر روش و سطوح آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم جدید ذرت (سینگل کراس برکت ۳ SC.B3)

معرفی شده ذرت سینگل کراس برکت ۳ (KSC.B3) نشان دهد و عملکرد این رقم را نسبت به رقم عمومی کشت شده در کشور، یعنی ذرت سینگل کراس ۷۰۴ (KSC. 704) مقایسه کند و بهترین سطح آبیاری را برای کشت ذرت در کشور و به خصوص منطقه شهرستان جوین، که منطقه‌ای کاملاً کشاورزی است، نشان دهد. هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر روش آبیاری و مقدار آب بر عملکرد رقم جدید ذرت سینگل کراس برکت ۳ است.

### مواد و روش‌ها

مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر کم آبیاری در دو روش آبیاری قطره‌ای نواری و آبیاری شیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم ذرت KSC 704 و برکت ۳ (KSC B3) در مزرعه شرکت کشاورزی برکت جوین، از زیرمجموعه‌های شرکت کشت و صنعت جوین و در شهرستان جوین با طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۲۵ دقیقه و ۱۹ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۲ دقیقه و ۲۲ ثانیه شمالی از استان خراسان رضوی، اجرا شد.

کشاورزی به خود اختصاص داده است (۱۱).

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

در رابطه یادشده WUE کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)، GY نشان‌دهنده عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار و W نیز حجم آب مصرف شده در هکتار بر حسب مترمکعب است.

در تحقیقی به منظور تعیین تأثیر کم آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه‌ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای، در قالب چهار تیمار آبیاری، یعنی نیاز آبی خالص گیاه (تیمار شاهد) و سه تیمار مکش در ۱/۲ FC، ۱/۵ FC و ۱/۸ FC صورت گرفت. نتایج تحقیق یادشده نشان داد تیمار شاهد با عملکرد ۹۳۹۳ کیلوگرم در هکتار و با اختلاف چهار درصد نسبت به تیمار مکش ۱/۲FC در بهترین جایگاه قرار دارد (۱). بررسی‌های قبلی نشان داد تا کنون مطالعات زیادی در انتخاب روش آبیاری و اثر تنش آبی بر گیاه ذرت انجام شده است، ولی تحقیقی انجام نشده است که بتواند اثر روش آبیاری و کم آبیاری را روی رقم تازه



شکل ۱. تصویر ماهواره‌ای از محل اجرای طرح

### مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۶

گرفت. نتایج اندازه‌گیری عناصر خاک مد نظر در جدول ۱ به تفکیک عمق مد نظر ارائه شده است. میزان کود مورد نیاز ذرت و چگونگی مصرف کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک تعیین شد. مشخصات کیفی آب آبیاری در جدول ۲ ارائه شده است. در این آزمایش سه نوع تیمار ارزیابی شد. فاکتورهای آزمایش شده عبارت بودند از: ۱. روش آبیاری؛ ۲. تنش آبی و ۳. رقم فاکتور. روش‌های آبیاری شامل آبیاری شیاری و آبیاری قطره‌ای نواری می‌شود که از طریق سیستم آبیاری تحت فشار و با استفاده از نوارهای موضعی در پای بوته ذرت در اختیار گیاه قرار می‌گرفت.

زمین مد نظر در فروردین ماه ۱۳۹۳ آماده کاشت شد و تا تیرماه ۱۳۹۳ هیچ عملیاتی روی زمین انجام نشد. اطلاعات مربوط به دمای هوا و میزان تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A، از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک کشاورزی مزرعه تحقیقاتی شرکت برکت به صورت روزانه و همچنین میانگین ماهانه تهیه شد. قبل از پیاده‌کردن نقشه اجرایی طرح ابتدا تعداد پنج نمونه خاک از پنج نقطه اصلی واقع در ابتدا، وسط و انتهای زمین برداشت شده و تحت انجام آزمایش‌های لازم برای تعیین پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک قرار گرفتند. اندازه‌گیری بافت خاک در عمق‌های ۰-۳۰ سانتی متری، به روش هیدرومتری صورت

جدول ۱. مشخصات و خصوصیات عناصر اندازه‌گیری شده خاک مزرعه در عمق ۰-۳۰

عمق	بافت خاک	CU (ppm)	Mn (ppm)	PH	EC (ds/m)	SP (%)	T. N. V (%)	N (%)
۳۰-۰	S-L	۱/۰۰	۷/۲	۷/۶۱	۰/۹۴	۲۴/۹۸	۲۱/۶۵	۰/۰۴۴
	Fe (ppm)	ZN (ppm)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	OC (%)	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)
	۶/۴	۰/۷	۳۶/۴	۱۷۶	۰/۴۲	۵۸	۳۰	۱۲

جدول ۲. عناصر اندازه‌گیری شده در نمونه آب چاه عمیق مزرعه

آنیون‌ها (meq/lit)				کاتیون‌ها (meq/lit)				S. A. R	PH	T. D. S (mg/L)	شماره نمونه
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	CL <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Mg <sup>++</sup>	Ca <sup>++</sup>				
۹/۱	۰	۳/۹	۰/۹	۰/۲	۰/۳	۰/۹	۳/۵	۸۸/۸	۷/۷	۴۰۳/۲	۱

## مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۶

تأثیر روش و سطوح آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم جدید ذرت (سینگل کراس برکت ۳ SC.B3)

کرت‌های اصلی از یکدیگر دو متر و فاصله کرت‌های فرعی از هم ۰/۷۵ متر بود.

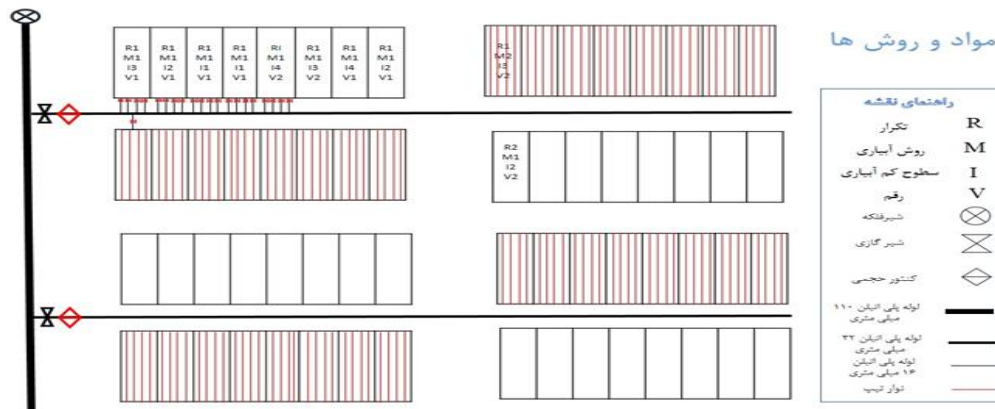
برای آبیاری زمین مد نظر، آب توسط یک لوله ۱۱۰ میلی‌متری به ابتدای زمین اصلی منتقل شد. سپس، به وسیله دو خط لوله ۳۲ آب در راستای کرت‌ها توزیع شد. تعداد کنتور به کاررفته در این زمین دو عدد بود، که یک کنتور بین تکرارهای یک و دو و کنتور بعدی بین تکرارهای سه و چهار قرار داده شد. بین این تکرارها دو خط لوله ۳۲ میلی‌متری تا انتهای زمین برده شد و برحسب آنکه کرت مد نظر آبیاری قطره‌ای یا آبیاری شیاری بود، از لوله ۳۲ میلی‌متری انشعاب گرفته شده بود و هر یک از این انشعاب‌ها به وسیله یک شیر گازی پلی‌اتیلن باز و بسته می‌شد. برای آبیاری بهتر و یکنواختی توزیع در روش آبیاری شیاری چهار انشعاب به دلیل یکسان و یکنواختی پخش آب برای آبیاری در هر کرت برای هر ردیف کشت یک عدد انشعاب ۱۶ میلی‌متری گرفته شده بود. برای آبیاری قطره‌ای نواری یک انشعاب گرفته شده و بعد از آن بین ردیف‌ها تقسیم شد. ارقام بررسی شده ذرت سینگل کراس ۷۰۴ و سینگل کراس برکت ۳ (SCB3) بود که به وسیله شرکت برکت شهرستان جوین در مؤسسه تحقیقات و اصلاح بذر کرج به ثبت رسیده است.

اعمال تیمارهای روش آبیاری بعد از عملیات خاک‌ورزی مناسب و کشت گیاه و استقرار گیاه در سطح مزرعه صورت گرفت.

فاکتورهای سطوح آبیاری:

۱. پُرآبیاری به میزان ۱۲۵ درصد تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A؛
۲. آبیاری کامل به میزان ۱۰۰ درصد تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A؛
۳. کم آبیاری به میزان ۷۵ درصد تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A؛
۴. کم آبیاری به میزان ۵۰ درصد تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A.

تشتک تبخیر کلاس A استفاده شده از زمین اصلی ۳۰۰ متر فاصله داشت. ابعاد کرت‌ها در این آزمایش  $4 \times 3/5$  متر در نظر گرفته شده بود. در این آزمایش چهار تکرار در نظر گرفته شد. این آزمایش با استفاده از کرت‌های دو بار خرد شده (اسپلیت - اسپلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل اجرا شد. اندازه‌گیری و کنترل مقدار آب آبیاری در هر تیمار توسط شیر و کنتور حجمی دقیق انجام شد. اندازه هر پلات آزمایشی حدود ۱۴ مترمربع بود که در هر پلات چهار ردیف کشت قرار داشت و فاصله ردیف‌های کشت از یکدیگر ۷۵ سانتی‌متر بود. فاصله



شکل ۲. شمای طرح مد نظر در سطح مزرعه

مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۶

فصل آبیاری برای گیاه ذرت دانه‌ای به صورت مترمکعب در هکتار محاسبه شد. برای جلوگیری از سرمای پاییزه بعد از رسیدن کامل دانه‌ها و سفت‌شدنشان، عملیات برداشت در تاریخ ۲۷ مهر طی یک روز کاری شروع شد. برای از بین بردن آثار حاشیه‌ای از هر طرف کرت حدود یک متر حذف و از چهار ردیف کشت فقط محصول دو ردیف وسط جمع‌آوری و پس از آن داده‌برداری آغاز شد. داده‌برداری همهٔ صفت‌های مهم طی مدت سه روز انجام شد. این فاکتورها شامل پارامترهایی مانند عملکرد دانه، وزن هزاردانه، کارایی مصرف آب و کارایی بیولوژیک می‌شد.

برای انجام آنالیزهای آماری از نرم‌افزار SAS 9.1، و برای مشخص کردن اثر تیمارها از رویهٔ تجزیهٔ واریانس (ANOVA) و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از روش توکی با سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. به این منظور، داده‌های مورد نیاز جمع‌آوری شده از تیمارهای آزمایشی به مدل مد نظر در نرم‌افزار وارد و نتایج خروجی ارائه‌شده توسط آن، برای بحث و نتیجه‌گیری ثبت شد.

### نتایج و بحث

همان‌طور که در جدول ۳ تجزیهٔ واریانس مشاهده می‌شود، روش آبیاری در سطح یک درصد بر عملکرد دانه و کارایی مصرف بیولوژیک و در سطح پنج درصد بر کارایی مصرف آب اثر معناداری دارد. همچنین، دربارهٔ سطوح کم‌آبیاری صفات اندازه‌گیری شده تمامی آنها از جمله عملکرد دانه، کارایی مصرف آب و کارایی مصرف بیولوژیک در سطح یک درصد معناداری شد. تأثیر رقم نیز بر عملکرد دانه، کارایی مصرف آب، کارایی مصرف بیولوژیک در سطح یک درصد معنادار شده است.

#### عملکرد دانه

عملکرد دانه از مهم‌ترین پارامترهایی است که تحت

پس از کرت‌بندی زمین، نسبت به کاشت بذر اقدام شد. روش کاشت به صورت دستی و در داخل کرت و به فواصل ردیف‌های ۷۵ سانتی‌متر از یکدیگر انجام شد. بذر ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ و برکت ۳ از مرکز تهیهٔ بذر شرکت کشاورزی برکت جوین تهیه شد. در این طرح برنامه‌ریزی آبیاری بر اساس ترکیبی از روش بیلان رطوبتی خاک و دور ثابت انجام گرفت. برای به‌دست‌آوردن حجم آبیاری از روش تشتک تبخیر از روابط ۲-۴ استفاده شد.

$$ET_0 = ET_p \times K_p \quad (2)$$

$ET_0$  = تبخیر و تعرق پتانسیل (میلی‌متر)؛  $ET_p$  = تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (میلی‌متر) و  $K_p$  = ضریب اصلاح تشتک

$$ET_c = ET_0 \times K_c \quad (3)$$

$ET_c$  = تبخیر و تعرق گیاهی (میلی‌متر)؛  $ET_0$  = تبخیر و تعرق پتانسیل (میلی‌متر) و  $K_c$  = ضریب گیاهی

$$I_a = ET_c - P_e \quad (4)$$

$I_a$  = حجم آب مورد نیاز (میلی‌متر)؛  $ET_c$  = تبخیر و تعرق گیاهی (میلی‌متر) و  $P_e$  = باران مؤثر با احتمال ۸۰ درصد (میلی‌متر) (۱۴).

ابتدا فاصلهٔ آبیاری اول و دوم برای جلوگیری از سلب‌بستن خاک و خفه‌شدن بذرهای جوانه‌زده در زیر خاک دو روز در نظر گرفته شد. پس از این مرحله، آبیاری به فاصلهٔ ثابت شش روز برای آبیاری جوی و پشته‌ای و سه روز برای آبیاری قطره‌ای نواری انجام شد. بر این اساس، بعد از انجام محاسبات انجام‌شده برای هر یک از روش‌های آبیاری ابتدا عمق ناخالص آب مورد نیاز برای تیمار ۱۳ (تیمار شاهد) در هر روش آبیاری تعیین و سپس بر اساس ضرایب ۵۰ درصد، ۷۵ درصد و ۱۲۵ درصد عمق ناخالص آب در تیمارهای ۵۰ درصد، ۷۵ درصد و ۱۲۵ درصد محاسبه شد. بر این اساس، حجم آبی مورد نیاز در یک

### مدیریت آب و آبیاری

تأثیر روش و سطوح آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم جدید ذرت (سینگل کراس برکت ۳ SC.B3)

سفت شدن آن است که کم آبیاری در این مرحله تولید دانه را تحت تأثیر قرار می دهد. هر چند در مقایسه سطوح آبیاری ۱۲۵ درصد، ۱۰۰ درصد و ۷۵ درصد دیده می شود که میزان تولید دانه کاهش معناداری داشته است، اختلاف تولید محصول بین تیمارهای ۱۰۰ درصد و ۷۵ درصد فقط ۱۰ درصد و بین سطح آبیاری ۱۲۵ درصد و ۱۰۰ درصد فقط دو درصد بود. این در حالی است که بین سه تیمار ۱۰۰، ۷۵، و ۱۲۵ درصد، به اندازه ۲۵ درصد حجم آب کمتری مصرف شده است. درخور توجه است که این مقدار از حجم آب را می توان برای افزایش سطح زیر کشت و در پی آن افزایش تولید دانه به کار گرفت.

تأثیر کم آبیاری قرار می گیرد (۳). همان طور که در شکل ۳ و جدول ۳ مشخص است، عملکرد دانه تحت تأثیر کم آبیاری قرار گرفت و کاهش عملکرد با هر سطح کم آبیاری معنادار بود. به طوری که بیشترین عملکرد در سطح آبیاری ۱۲۵ درصد به میزان ۸۶۷۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین سطح آبیاری ۵۰ درصد به میزان ۲۱۵۳ کیلوگرم در هکتار بود. با کاهش میزان آب مصرفی از سطح آبیاری ۱۲۵ درصد به سطح آبیاری ۵۰ درصد، میزان عملکرد دانه ۷۵ درصد کاهش یافت، که این موضوع حساسیت بیشتر ذرت را به کم آبیاری در مراحل تولید دانه نشان می دهد. از مهم ترین مراحل رشد ذرت، مرحله پر شدن دانه و

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس صفات مربوط به عملکرد گیاه ذرت تحت تأثیر روش آبیاری و سطوح کم آبیاری در دو رقم ذرت

میانگین مربعات (Ms)				
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	کارایی مصرف آب	کارایی مصرف بیولوژیک
تکرار	۳	۶۲۱۰۸/۳۳	۰/۰۰۵ns	۰/۰۲ns
روش آبیاری	۱	۴۳۷۸۱۲۴/۷۷***	۰/۱۸*	۱/۳۱***
تکرار × روش آبیاری	۳	۹۸۸۴۸/۸۱	۰/۰۰۹	۰/۰۱۴
سطح آبیاری	۳	۱۵۳۳۳۶۳۹۱/۴***	۲/۶۷***	۱/۸۱***
رقم	۱	۹۳۰۴۹/۹۴***	۰/۰۴۰***	۰/۷۱***
روش آبیاری × سطح آبیاری	۳	۴۸۰۴۴۲/۴۷*	۰/۰۰۸ns	۰/۱۸ns
روش آبیاری × رقم	۱	۱۶۹۱۳/۲۹ns	۵/۵۸ns	۰/۰۰۱ns
سطح آبیاری × رقم	۳	۲۴۹۶۹/۴۵ns	۰/۰۰۱ns	۰/۰۲۳ns
روش آبیاری × سطح آبیاری × رقم	۳	۱۹۵۵۴/۶۷ns	۰/۰۰۱ns	۰/۰۰۹ns
خطا	۲۴	۱۵۵۰۰/۰۶	۰/۰۰۱	۰/۰۱۰
ضریب تغییرات		۱/۸۴	۲/۹۹	۲/۸۴

\*\*\*، \*\* و ns به ترتیب معنادار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و غیرمعنادار

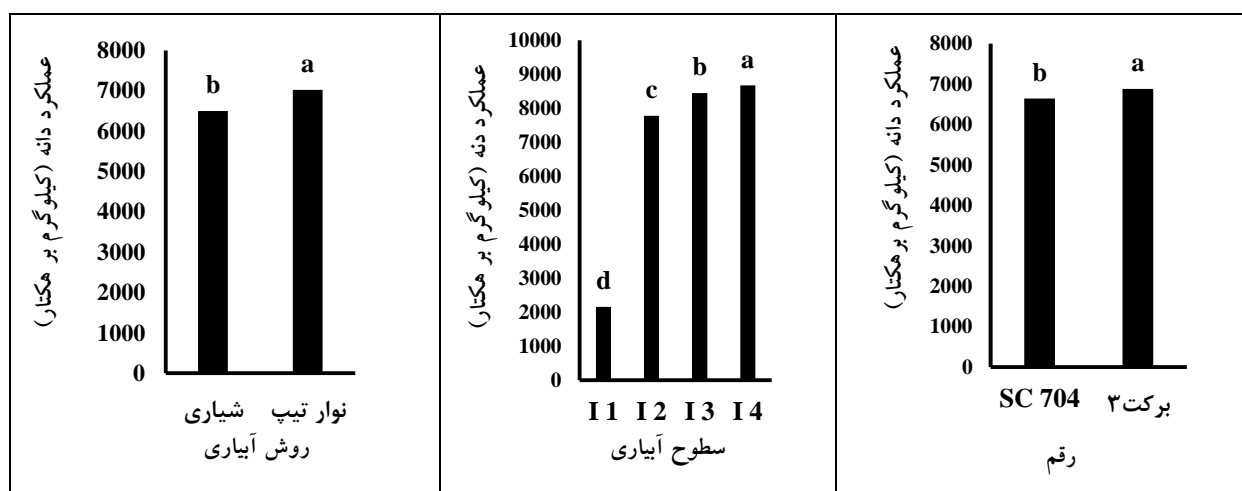
مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۶

طور که در شکل ۳ مشخص است بیشترین مقدار تولید دانه در روش آبیاری قطره‌ای نواری به طور متوسط تولید ۷۰۲۴ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار در روش آبیاری شیاری به طور متوسط ۶۵۰۱ کیلوگرم در هکتار بوده است. دلیل این موضوع را می‌توان به امکان مدیریت بهتر و راندمان بیشتر سیستم آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری جوی و پشته‌ای مربوط دانست.

همان طور که در شکل ۳ مشخص است، رقم برکت با تولید ۶۸۸۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد و کمترین عملکرد در رقم ذرت سینگل‌کراس ۷۰۴ به میزان متوسط ۶۶۴۲ کیلوگرم در هکتار بود. از این موضوع می‌توان به نتیجه گرفت که رقم ذرت سینگل‌کراس برکت ۳ نسبت به تنش آبی در مراحل تولید دانه و رشد زایشی مقاوم‌تر است و این یک صفت بسیار خوب در انتخاب رقم برکت ۳ نسبت به ۷۰۴ است. این رقم برای کشت، به کشاورزانی توصیه می‌شود که با کمبود آب مواجه‌اند.

درضمن، از همین موضوع می‌توان استفاده کرد و سطح آبیاری ۱۲۵ درصد تبخیر از تشتک تبخیر را رد کرد، زیرا این میزان کاهش درصد، هزینه‌های پرآبیاری را جبران نمی‌کند و سبب افزایش هزینه‌های تولید نیز می‌شود. همچنین، در شرایط کنونی بحران آب تحمل کاهش ۱۰ درصدی محصول در ازای ذخیره ۲۵ درصدی آب منطقی به نظر می‌رسد. در بررسی تنش خشکی بر عملکرد، انصاری (۴)، ولدآبادی و همکارانش (۱۳)، مجیدیان (۱۱)، مساوات و همکارانش (۱۲)، خاوری خراسانی و همکارانش (۶)، بویر و مکفرسون (۱۵)، دوایر و همکارانش (۱۷) و دک (۱۶) به نتایج مشابهی در این خصوص دست یافتند. در تحقیقی که رضائی و همکارانش درباره تأثیر کم‌آبیاری بر محصول ذرت علوفه‌ای به صورت فاکتوریل و در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تیمار آبیاری (۱۰۰، ۶۰ و ۴۰ درصد نیاز آبی گیاه) و پنج تکرار انجام شد، بیشترین عملکرد با ۳۱۶ میلی‌متر آب آبیاری مربوط به آبیاری کامل و برابر ۴۸/۶۸ تن در هکتار بود (۷). در بحث اثر روش آبیاری در میزان عملکرد دانه، همان



شکل ۳. بررسی آثار سطوح کم‌آبیاری روش آبیاری و نوع رقم در عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار)

## مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۶



## کارایی مصرف آب

نتایج تجزیه و تحلیل واریانس داده‌ها و آزمون LSD در بررسی تنش رطوبتی بر کارایی مصرف آب، که نشان‌دهنده مقدار دانه (کیلوگرم) تولیدشده به ازای واحد حجم آب (مترمکعب) مصرف‌شده است، در شکل ۴ آورده شده است. با توجه به شکل ۴ بیشترین کارایی مصرف آب در تیمار تنش رطوبتی سطح ۷۵ درصد به میزان ۱/۳۸ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار بود که بعد از آن با کاهش آب مصرفی و تنش شدید رطوبتی، میزان کارایی مصرف آب به شدت کاهش یافت و در سطح ۵۰ درصد به میزان ۰/۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی در هکتار رسید. همچنین، با افزایش عمق مصرفی آب آبیاری، میزان کارایی مصرف آب نیز در سطوح ۱۰۰ و ۷۵ درصد، کاهش نشان داد. این میزان کاهش می‌تواند به دلیل افزایش مصرف آب و تولیدنشدن عملکرد باشد. درضمن، این کاهش در سطح ۱۲۵ درصد نسبت به سطح ۱۰۰ درصد بیشتر است که دلیل آن به مقدار آب مصرفی در سطح ۱۲۵ درصد مربوط است. از آنجا که کارایی مصرف آب رابطه معکوس با آب مصرفی برای آبیاری گیاه و رابطه مستقیم با میزان تولید به ازای واحد آب دارد، با افزایش میزان حجم آبیاری در سطح ۱۲۵ درصد، سبب افت شدید در کارایی مصرف آب در تیمار ۵۰ درصد نسبت به تیمار ۷۵ درصد شده است. دلیل این امر می‌توان چنین توجیه کرد که چون گیاه نسبت به شرایط ایده‌آل خود، که همان سطح آبیاری ۱۰۰ حجمی باشد، ۲۵ درصد بیشتر آب دریافت کرده است، این میزان آب برای تولید مواد غذایی به مصرف گیاه نرسیده است بلکه به وسیله نفوذ عمقی از دسترس گیاه خارج شده و سبب کاهش کارایی مصرف آب در این سطح آبیاری نسبت به سطح آبیاری کامل (۱۰۰ درصد) شده است. کارایی مصرف آب در واقع راندمان تولید آب مصرفی است. در شرایط محدودیت منبع آب (و نبود محدودیت

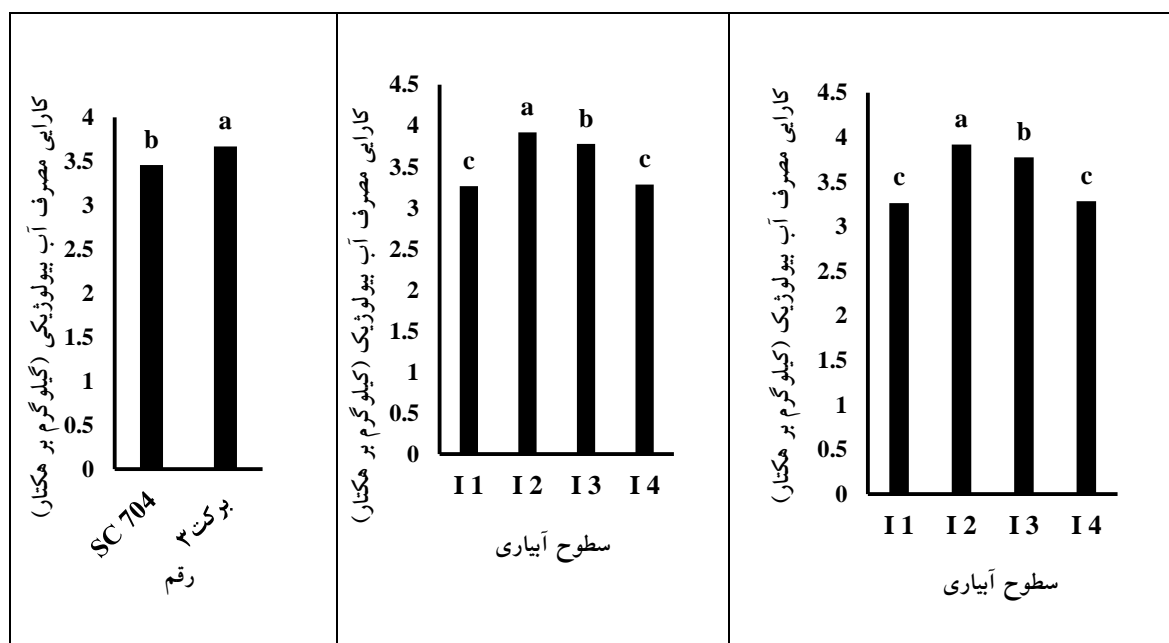
زمین)، بیشترین محصول زمانی عاید می‌شود که WUE به بیشترین حد برسد. عواملی که بر کارایی مصرف آب تأثیر می‌گذارند توسط استان‌هیل (۱۹۹۸) مشخص شده است. وی این عوامل را آب، دی‌اکسید کربن، دمای هوا، گونه گیاهی، مسیر فتوسنتزی گیاه، رفتار روزنه‌ای گیاه، اندازه و ساختار آرایش برگ‌ها، خصوصیات خاک و عوامل اقتصادی تولید می‌داند (۲۷). الن و موسیک (۱۹۹۳) افزایش کارایی مصرف آب را در نتیجه تنش خشکی گزارش کردند (۱۴). آنها علت این امر را دلایل متعددی مانند هدررفت آب از طریق تبخیر تعرق و نفوذ عمقی بیشتر در تیمار آبیاری کامل دانستند.

نتایج پژوهش سینگاندهوپ (۲۰۰۳) نیز نشان داد با افزایش عملکرد، کارایی مصرف آب افزایش می‌یابد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد (۲۶). هاول و همکارانش (۱۹۹۶) کارایی مصرف آب را برای ذرت ۱/۲۴ تا ۱/۴۷ کیلوگرم بر مترمکعب در شرایط تنش خشکی بدون تنش گزارش کردند (۲۲). آنها نتیجه گرفتند که تنش خشکی عملکرد ذرت و دیگر محصولات زراعی را به وسیله کاهش جذب تشعشعات فعال فتوسنتزی، کاهش کارایی مصرف تشعشع و کاهش کارایی مصرف آب تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲۲). همچنین، اکتم و همکارانش (۲۰۰۴) در تحقیقی تیمار دور آبیاری را در فواصل دو، چهار، شش و هشت روز اعمال کردند و مقدار آب مصرفی را نیز بر اساس ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد تبخیر از تشتک کلاس A تنظیم کردند. آنان بیشترین و کمترین وزن تر بلال را به ترتیب در تیمارهای آبیاری فواصل دو و هشت روز به دست آوردند. همچنین، آنها نشان دادند بیشترین کارایی مصرف آب در تیمار فاصله آبیاری چهار روز و مقدار آب مصرفی ۹۰ درصد تبخیر از تشتک وجود داشت (۲۴).

## مدیریت آب و آبیاری



شکل ۴. بررسی سطوح کم‌آبیاری روش آبیاری و نوع رقم در کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر هکتار بر مترمکعب)



شکل ۵. بررسی سطوح کم‌آبیاری در کارایی مصرف آب بیولوژیک (کیلوگرم بر هکتار)

نیسنکا و همکارانش اظهار داشتند که کاهش کارایی مصرف آب در شرایط تنش رطوبتی، ناشی از کاهش بیشتر فتوسنتز در مقایسه با تنفس گیاه است (۲۳). پژوهشگران یادشده دلیل این امر را وارد آمدن خسارت به مزوفیل برگ بر اثر تنش رطوبتی دانستند. علت اختلاف زیاد (۶۷/۳ درصدی) در راندمان مصرف آب بین تیمارهای ۷۵ درصد نسبت به تیمار ۵۰ درصد احتمالاً به این دلیل است که

پرویزی و نباتی در گزارشی بیان کردند که در دور آبیاری بین هشت روز بیشترین کارایی مصرف آب برای ذرت به دست آمد (۵). اویس و همکارانش نیز در تحقیق خود روی گندم، پنبه و ذرت گزارش دادند که می‌توان با کاهش آب مصرفی گیاه در شرایط کم‌آبی تا حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد میزان کارایی مصرف آب را به میزان ۱۵ تا ۳۰ درصد افزایش داد (۲۵).

### مدیریت آب و آبیاری

## تأثیر روش و سطوح آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم جدید ذرت (سینگل کراس برکت ۳ SC.B3)

سطحی و قطره‌ای برای اجزای عملکرد رقم جدید ذرت علوفه‌ای برکت بود. بررسی‌ها نشان داد استفاده از روش‌های کم‌آبیاری به‌خصوص آبیاری نواری در صرفه‌جویی مصرف آب به‌عنوان یک راهکار اساسی در همه مناطق خشک و نیمه‌خشک است که با صرفه‌جویی در مصرف آب و فقط با کاهش پنج تا ۱۰ درصدی در عملکرد جزء بهترین شیوه‌های آبیاری و از نظر کاربرد برای کشاورز عملیاتی است. آبیاری به روش قطره‌ای نواری در کم‌آبیاری و مدیریت آن سبب افزایش کارایی مصرف آب، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی می‌شود، که از نتایج به‌دست‌آمده می‌توان به این نتیجه رسید که با توجه به کاهش سطح آب زیرزمینی و شوری خاک و مکانیزه‌شدن سیستم‌های آبیاری این روش آبیاری مزایای خاصی برای استفاده در آبیاری زمین‌های کشاورزی دارد. رقم ذرت سینگل کراس برکت ۳ نسبت به رقم ذرت سینگل کراس ۷۰۴ از لحاظ صفات اندازه‌گیری شده عملکرد دانه، عملکرد علوفه، کارایی مصرف آب، بهره‌وری مصرف آب و شاخص برداشت شرایط بهتری دارد که با توجه به این صفات، که از صفات اصلی در رشد گیاه است، می‌توان نتیجه گرفت که رقم ذرت سینگل کراس برکت ۳ نسبت به رقم سینگل کراس ۷۰۴ در شرایط تنش آبی مقاومت و تولی بیشتری دارد. اثر متقابل روش آبیاری در کم‌آبیاری در بعضی موارد سبب شد که در نتایج نهایی در صفات مانند بهره‌وری مصرف آب، عملکرد دانه و غیره تاثیر داشته باشد که در همه این صفات روش آبیاری قطره‌ای نواری با کم‌آبیاری تأثیر بیشتری نسبت به روش آبیاری جوی و پشته‌ای با کم‌آبیاری دارد. با توجه به این نتایج می‌توان گفت که با توجه به کوتاه‌بودن مدار آبیاری در آبیاری قطره‌ای نواری و کاهش نفوذ عمقی با توجه به سبکی بافت خاک مد نظر، گیاه با کمبود آب کمتری مواجه می‌شود و مراحل رشدی خود را بهتر طی می‌کند.

تنش در تیمار ۵۰ درصد به‌قدری زیاد بوده که گیاه نتوانسته است روند رشد طبیعی خود را طی کند، بنابراین کاهش رشد محصول زیادی داشته است.

کارایی اقتصادی مصرف آب، که نشان‌دهنده مقدار دانه (کیلوگرم) تولیدشده به ازای واحد حجم آب (مترمکعب) مصرف‌شده است، تحت تأثیر معنادار ( $P \geq 0.01$ ) تیمارهای آبیاری قرار گرفت (شکل ۵). نتایج شکل ۴ نشان داد تیمار آبیاری با بیشترین میزان کارایی مصرف آب (۳/۴۳ کیلوگرم محصول بر مترمکعب آب مصرفی) تیماری بوده که در آن میزان آب مصرفی طی دوره رویشی ۸۰ تا ۹۰ درصد میزان آب مصرفی در مراحل دیگر بود (۲).

طبق شکل ۵، در بررسی روش آبیاری و تأثیر آن در کارایی مصرف آب بیولوژیکی، میزان کارایی روش آبیاری نوار تیپ نسبت به آبیاری جوی و پشته‌ای معنادار شده است. نتایج نشان می‌دهد روش آبیاری نوار تیپ نسبت به روش آبیاری جوی و پشته‌ای به میزان ۲۷ درصد بیشتر شده است که یکی از دلایل مهم آن می‌تواند توزیع یکنواخت و مساوی طی دوره رشدی گیاه باشد. در بررسی رقم کشت‌شده ذرت در میزان کارایی مصرف آب بیولوژیک بعد از تجزیه و تحلیل داده‌های نهایی و مقایسه میانگین داده با آزمون LSD نتایج به‌صورت نمودار در شکل ۵ مشخص شده است، رقم ذرت سینگل کراس برکت ۳ کارایی بیشتری نسبت به رقم سینگل کراس ۷۰۴ دارد که این نتایج می‌توان این به تحمل به تنش آبی بیشتر رقم سینگل کراس برکت ۳ نسبت به رقم ۷۰۴ را در شرایط خشکی نتیجه‌گیری کرد و این رقم را برای شرایطی که با کم‌آبی مواجه هستیم به کشاورزان به منظور کشت علوفه‌ای پیشنهاد کرد.

## نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه حاضر، بررسی کم‌آبیاری با دو روش

## مدیریت آب و آبیاری

دوره ۷ ■ شماره ۲ ■ پاییز و زمستان ۱۳۹۶

## منابع

- اسدی ر. و اسدی ر.، (۱۳۹۱)، «تأثیر کم آبیاری ذرت دانه‌ای با استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای بر عملکرد و اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب». پژوهش آب در کشاورزی. ۲۶(۲): ۲۱۰-۱۹۸.
- افلاطون م.، (۱۳۷۰)، «اثر کمبود آب بر روی عملکرد ذرت و تعیین تابع تولید آن». مجله علوم کشاورزی ایران. ج ۲۲ ش ۱ و ۲. صص ۱۱-۲۰.
- امام ی. و غ رنجبر.، (۱۳۷۹)، «تأثیر کم آبیاری در زمان رشد رویشی قبل از ظهور گل تاجی بر ویژگی‌های ظاهری، شاخص برداشت، کارایی استفاده از آب عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای، هیبرید سینگل کراس ۷۰۴». مجموعه مقالات اولین کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشکسالی. کرمان. ۱۶۳-۱۷۴.
- انصاری ح.، (۱۳۷۷)، تأثیر تنش آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس تهران. ص ۶۲.
- پرویزی ی. نباتی ع ا.، (۱۳۸۳)، «تأثیر دور آبیاری و کود دامی بر کارایی مصرف آب و عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه‌ای». پژوهش و سازندگی. ۶۳: ۲۱-۲۹.
- خاوری خراسانی س. باصفا م. محمدی م. نبئی ع. و بشارت نیا. ق.، (۱۳۷۹)، بررسی اثرات تنش آبی در مراحل ابتدایی رشد بر عملکرد ارقام هیبرید ذرت دانه‌ای. وزارت جهاد کشاورزی. مؤسسه تحقیقات و اصلاح و تهیه نهال و بذر.
- رضائی ع. غفوری ع. علی اصغری ف. امیرتیموری ز. کریمی گ. مقیمی ر.، (۱۳۸۶)، «بررسی تأثیر تنش آبی
- بر محصول ذرت علوفه‌ای در منطقه کرمان». نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. بهمن‌ماه. کرمان. ایران.
- سپهری س. قمرنیا ه.، (۱۳۸۹)، «عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه ذرت در سیستم آبیاری قطره یا نوار تیپ در سطوح مختلف آبیاری». سومین سمینار ملی توسعه پایدار روش‌های آبیاری تحت فشار. ۲۷ بهمن. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ایران.
- علیزاده ا.، (۱۳۸۷)، رابطه آب و خاک و گیاه (ترجمه). انتشارات آستان قدس رضوی. دانشگاه امام رضا(ع). صص. ۱-۴۸۴.
- علیزاده ا.، (۱۳۸۳)، کیفیت آب در آبیاری (ترجمه). انتشارات آستان قدس رضوی. صص. ۱-۹۳.
- مجیدیان غدیری ح.، (۱۳۷۹)، «تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن و تنش خشکی بر روند تغییرات شاخص‌های رشد و ویژگی‌های ظاهری ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴». مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ص ۶۰.
- مساوات س. آساد م. کامکار حقیقی ع. امام ی. شاهی ع. خردنام م.، (۱۳۸۰)، «ارزیابی معیار مقاومت به خشکی و گزینش ژنوتیپ‌های مقاوم در ذرت». مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ص ۶۰۸.
- ولدآبادی ع.، (۱۳۷۸)، «بررسی اثرات اکوفیزیولوژیکی تنش خشکی در ذرت، سورگوم و ارزن». پایان‌نامه دکتری. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.

## مدیریت آب و آبیاری

14. Allen R. R. and Musik J. T. 1993. Planting date water management and maturity length relations for irrigated grain sorghum. *Trans. ASAE*. 36(4): 1123-1129.
15. Bouwer H. 2000. Integrated water management: emerging issues and challenges. *Agricultural water management*. 45: 217-228.
16. Dek H. H. 1986. Effect of water use efficiency of irrigated corn. *Agronomy journal*. 78:1035-1040
17. Dwyer L. M. D. W. Stewart R. I. Hamilton and Houwing I. 1992. Ear position and vertical distribution of leaf area in corn. *Agronomy*. 84: 430-438.
18. Greenway H. and Munns R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in no halophytes. *Annual Review of Plant Biology* 1:149-31.
19. Grimes D.W. and EL-Zik K.M. 1982. Water management for cotton. *Univ. California Div. Agricultur Sciences Bulltan*. 1904 PP.
20. Haise H. R. and Hagan R. M. 1967. Soil plant and evaporative measurements as criteria for schednlinirrigation. In R. M. Hagan et al. *Irrigation of agricultural lands agronomy*. 11: 577-604.
21. Hirich A. Rami A. Laajaj K. Choukr-Allah R. Jacobsen S-E. El youssfi L. 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. 2012.
22. Howell T. A. S. R. Evett J. A. Tolk A. D. Schneider and Steiner J. I. 1996. Evapotranspiration and irrigation Schedule. *American Society of Agricultural Engineers, San Antonio TX PP*. 381-387.
23. Nissanka S. P. Dixon M. A. and Tollenar M. 1997. Canopy gas exchange response to moisture stress in old and new maize hybrid. *Crop Science*. 37: 172-181.
24. Oktem A.M. 2004. Integrated nutrient managment in corn. *DAAIT NC Network*. P. 504
25. Oweis T. and Hachum A. 2003. Improving water productivity in the dry areas of West Asia and North Africa. In: Kijne J. W. Barker R. and Molden D. (Eds. ) *Water Productivity in Agriculture Limits and Opportunities for Improvement International Water Management Institute (IWMI) Colombo Sri Lanka pp*. 179-198.
26. Singandhupe R. B. G. S. N. Rao, N. G. Patil and Brahmanand P. S. 2003. Fertigation studies and irrigation scheduling in drip irrigation system in tomato crop. *Europa journal Agronomy*. 19: 327-340.
27. Stanhill G. 1986. Water use efficiency. *Adv. Agronomy*. 39: 53-85.



## Water and Irrigation Management

(Scientific Journal of Agriculture)  
(College of Abouraihan – University of Tehran)

Vol. 7 ■ No. 2 ■ Autumn & Winter 2017-18

### Effect of method and levels of irrigation on corn yield and component new varieties KSC Barkat 3 (SC. B3)

*Ali Khairabadi<sup>1</sup>, Mohammad hossien Najafi<sup>2</sup>, Ali Shahidi<sup>3</sup>, Abbas KhasheiSiuki<sup>3\*</sup>*

1. M.Sc. Irrigation and Drainage Engineering of Water Engineering Department, University of Birjand, Iran
2. Assistant Professor, Water Engineering Department, University of Birjand, Iran
3. Associate Professor, Water Engineering Department, University of Birjand, Iran

Received: March 03, 2017

Accepted: September 03, 2017

#### Abstract

Strategies for greater efficiency of water, especially in the agricultural sector is one of the most important strategies to improve water resources of Iran. The aim of this research is to achieve the best level of irrigation in irrigation methods for corn cultivation in Jouin city. This research was contracted in the research field Barkat company to the city Jovin on two varieties of maize (KSC 704, KSC barkat 3) growth period (135 days). This experiment using split split (split-split plot) in a randomized complete block design with six treatments and four replications. The treatments include two sub-plots and sub-plots irrigation to full irrigation, deficit irrigation at two stress levels 75% and 50% of water requirements and irrigation tape two main treatments (T-tip) and furrow irrigation and stacking the two sub-treatments is the varieties type. The field irrigated by volume and is calculated based on data from pan evaporation. Results showed that deficit irrigation on water use efficiency, biomass water use efficiency, grain yield, were significant at P 0. It also reviews water use efficiency in the variate, KSC Barkat to 3% to 5% higher efficiency compared to single cross 704

**Keywords:** furrow irrigation, Jovain, yield, pressur irrigation, water use efficiency.