نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۴، آذر - دی ۱۳۹۹، ص. ۱۶۴۹-۱۶۳۹

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 14, Oct.-Nov. 2020, p. 1639-1649

مقاله علمی-پژوهشی

بررسی تغییرات عملکرد و بهره‌وری آب در ارقام مختلف ذرت دانه‌ای (KSC 704 و KSC410) تحت مدیریت آبیاری با روش‌های آبیاری قطره‌ای نواری و شیاری

نادر کوهی چله‌کران[1*]، حسین دهقانی‌سانیج[2]، هرمزد نقوی[3]، الهه کنعانی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۴/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۱۹

چکیده

انتخاب رقم مناسب ذرت و نیز ارائه روش آبیاری کارآمد در راستای افزایش بهره‌وری آب و تولید در واحد سطح برای استفاده بهینه از منابع آبی در بخش کشاورزی از اهمیت بالایی برخوردار است. پژوهش حاضر به منظور بررسی تغییرات عملکرد، کارایی مصرف آب و میزان کاهش آب آبیاری دو رقم ذرت دیررس (KSC 704) و زودرس طاها (KSC 410) تحت مدیریت آبیاری با روش¬های آبیاری قطره‌ای نواری و شیاری طی دو سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در استان کرمان اجرا گردید. طرح آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد که ارقام ذرت بر عملکرد و اجزای آن در سطح یک درصد معنی‌داری بود و بیشترین میزان عملکرد دانه ذرت (۱۳۳۸۵ کیلوگرم در هکتار) در رقم KSC 704 مشاهده شد. روش آبیاری قطره‌ای نواری بالاترین میزان عملکرد دانه ذرت (۱۳۳۷۶ کیلوگرم در هکتار) را نسبت به روش شیاری به خود اختصاص داد. در روش آبیاری قطره‌ای نواری و بین دو رقم ذرت، رقم KSC 704 در حدود ۱۱ درصد افزایش عملکرد نسبت به رقم KSC 410 داشت. اثرات متقابل روش‌های آبیاری و ارقام ذرت نیز نشان داد که بیشترین عملکرد برای ذرت رقم KSC 704 در روش آبیاری قطره‌ای نـواری بـا عملکـردی در حدود ۱۴۱۲۸/۵ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین میزان آب آبیاری در رقم KSC 410 برابر با ۶۷۶۵ متر مکعب در هکتار در روش آبیاری قطره‌ای نواری مشاهده شد. روش آبیاری قطره‌ای نواری موجب کاهش ۳۳/۵ و ۳۶/۲۵ درصدی آب آبیاری در دو تیمار ذرت رقـم KSC 704 و رقـم KSC 410 در مقایسه با روش آبیاری شیاری گردید. همچنین میزان بهره‌وری آب در دو سامانه آبیاری قطره‌ای نواری و شیاری برابر با ۱/۸۴ و ۰/۹۸ کیلوگرم بـر متـر مکعب و نیز در ارقام ذرت KSC 704 و KSC 410 برابر با ۱/۴۱ و ۱/۴۲ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد. کشاورزان برای افزایش بهـره‌وری آب و کاهش آب آبیاری می‌توانند از روش آبیاری قطره‌ای نواری با توجه به سودبخشی این روش آبیاری بهره‌مند شوند.

واژه‌های کلیدی: آب کاربردی، تحلیل اقتصادی، کاهش آب آبیاری، یکنواختی پخش آب

مقدمه

آب یکی از مهم‌ترین عوامل محـدودکننـده در بخـش کشـاورزی است و اسـتفاده بهینـه از ایـن عامـل اهمیـت زیـادی را در بخـش کشاورزی به خود اختصاص داده اسـت. در ایـران پـایین بـودن بـازده آبیاری در روش آبیاری مرسـوم و در نتیجـه کمبـود منـابع آب بـرای افزایش سطح زیر کشت ذرت یکی از عوامل مهم عدم توسعه کشـت این محصول است (افشار و همکاران، ۱۳۸۶). با برنامه‌ریـزی صـحیح آبیاری و به کارگیری روش‌های مناسب آبیاری می‌توان میزان کـارایی مصرف آب را افزایش داد و بـه عنـوان دو راهکـارمؤثر در اسـتفاده بهینـه از آب مورد استفاده قرار داد (احمدآلی و خلیلی، ۱۳۸۸؛ Hartz et al., 1993). سامانه آبیاری قطره‌ای یکی از روش‌هـایی اسـت کـه علاوه بر حفظ یا افزایش عملکرد محصول، حجم آب مصرفی گیـاه را کاهش و کارآیی مصرف آب را افزایش می‌دهد (صمدوند و همکـاران، ۱۳۹۳) و به دلیل پتانسیل مطلوب در توزیع آب و کود با راندمان بـالا، راه‌حلی مناسب برای استفاده بهینه از منابع آب مـی‌باشـد. اسـتفاده از

۱- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران
۲- دانشیار، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، البرز، ایران
۳- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران
۴- دانشجوی دکتری، گروه آبیاری و زهکشی دانشگاه بین‌الملل امام خمینی (ره)، قزوین، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: nakch71@yahoo.com

سامانه آبیاری قطره‌ای نواری برای محصولات زراعی در سال‌های اخیر مورد توجه زیادی قرار گرفته است و تحقیقات مختلفی در این زمینه صورت گرفته است. بیشترین کارآیی مصرف آب ذرت تحت اثر متقابل روش آبیاری قطره‌ای نواری و سطح نیاز آبی ۸۰ درصد و برابر با ۱/۵۲ کیلوگرم بر متر مکعب گزارش شده است (حامدی و جعفری، ۱۳۸۴؛ آذری و همکاران، ۱۳۸۶). ارزیابی دو روش آبیاری قطره‌ای و جویچه‌ای بر روی کارایی مصرف آب و عملکرد محصول ذرت دانه‌ای نشان داد که بیشترین مقدار مصرف آب در تیمار آبیاری جویچه‌ای و کمترین میزان مصرف آب به میزان ۹۰۰۰ متر مکعب در تیمار آبیاری قطره‌ای بود (افشار و همکاران، ۱۳۸۸).

استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای نواری باعث کاهش ۳۷ تا ۶۰ درصد در حجم آب مصرفی گیاه نسبت به روش آبیاری سطحی گردید (صدرقائن و همکاران، ۱۳۸۶). نتایج تحقیقات باغانی و خوشبزم (۱۳۸۶) نشان داد که با تغییر سیستم آبیاری سطحی به آبیاری قطره‌ای نواری، کارآیی مصرف آب در ذرت علوفه‌ای ۱۱۶ درصد افزایش داشت. تأثیر دو روش آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) و نشتی بر عملکرد و کارآیی مصرف آب ارقام کلزا مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که عملکرد محصول تحت تأثیر روش‌های آبیاری قرار نگرفت اما در میزان حجم آب مصرفی گیاه کاهش ۴۲ درصدی در روش آبیاری قطره‌ای نواری نسبت به روش آبیاری نشتی مشاهده شد و متوسط کارآیی مصرف آب در روش آبیاری قطره‌ای تیپ ۱/۰۹ کیلوگرم بر متر مکعب و در روش آبیاری نشتی ۰/۶۳ کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد (قدمی فیروزآبادی و مظاهری لقب، ۱۳۸۶).

در یک ارزیابی بین سامانه آبیاری قطره‌ای با آبیاری نشتی در کشت گوجه فرنگی، مشاهده شد که میزان ماده خشک از ۱۴۰/۲ گرم به ۱۶۵/۸ گرم و شاخص سطح برگ از ۲/۲۵ به ۳/۱۲ افزایش یافت. همچنین افزایش میزان عملکرد میوه به میزان ۱۹/۹ درصد در سامانه آبیاری قطره‌ای نسبت به آبیاری نشتی گزارش شد (Hebbar et al., 2004). تحقیقات مشابه دیگری نیز بالاتر بودن کارایی مصرف آب را در سامانه آبیاری قطره‌ای نسبت به روش آبیاری سطحی گزارش کردند (Maleki Nezhad and Saadatmand, 2010). بالاتر بودن میزان راندمان مصرف آب به میزان ۴۷ درصد، افزایش ۵۹ درصد در میزان بهره‌وری آب و نیز افزایش ۵۴ درصد در افزایش کارایی مصرف کود تحت سیستم آبیاری قطره‌ای نسبت به روش آبیاری جوی و پشته‌ای بر روی گیاه فلفل در کشور پاکستان نیز گزارش شد (Asif et al., 2016).

در ارزیابی دیگری که بین دو تیمار سامانه آبیاری قطره‌ای نواری و سامانه آبیاری شیاری انجام گرفت، تیمار برتر در سامانه آبیاری قطره‌ای نواری (۸۵ سطح آبیاری درصد)، نسبت به تیمار آبیاری کامل در سامانهٔ آبیاری شیاری، عملکرد دانه را ۳۸ درصد و بهره‌وری آب را ۱۷۱ درصد افزایش داد. بر اساس نتایج، با اعمال آبیاری به مقدار ۸۵ درصد آبیاری کامل در کشت ذرت دانه‌ای، آبیاری قطره‌ای نواری راهکاری مناسب برای صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش بهره‌وری آن در دوره‌های خشکسالی خواهد بود (استخروئیه و همکاران، ۱۳۹۵). در پژوهش دیگری نشان داده شد که آبیاری قطره‌ای (با ۳۴/۱ کیلوگرم بر متر مکعب) نسبت به آبیاری نشتی (با ۷۴/۰کیلوگرم بر متر مکعب) برتری داشت و حجم آب مصرفی به طور متوسط با آبیاری نشتی ۴۸۷۰ و در آبیاری قطره‌ای ۲۶۱۷ متر مکعب در هکتار بود (قدمی فیروزآبادی و همکاران، ۱۳۹۰).

سلیم و همکاران سه رقم گندم را در دو روش آبیاری قطره‌ای سطحی و آبیاری سطحی—جویچه‌ای در کشور پاکستان مقایسه و گزارش کردند که آبیاری قطره‌ای ۵۶/۱۶ درصد مصرف آب کمتر، ۵۶/۱۱ درصد عملکرد دانه بیشتر و ۳۳/۳۶ درصد کارایی مصرف آب آبیاری بالاتری نسبت به آبیاری سطحی—جویچه‌ای داشت (Saleem et al., 2010). معیری (۱۳۹۲) گزارش کرد آبیاری قطره‌ای (نواری) مصرف آب را با حصول متوسط عملکرد بالاتر (حدود ۳۰ درصد) نسبت به آبیاری سطحی کاهش می‌دهد. همچنین افزایش ۵۰ درصدی کارآیی مصرف آب را نسبت به روش آبیاری سطحی نیز گزارش نمودند.

با توجه به اهمیت محصول ذرت در کشور که سومین اولویت را بعد از گندم و برنج به خود اختصاص داده است و نیز در نظر داشتن این مهم که تحت شرایط کمبود منابع آب در بخش کشاورزی، در سالهای اخیر نیاز هست که بتوان با استفاده از روش‌های آبیاری مناسب و نیز انتخاب رقم مناسب، بیشترین میزان عملکرد و کارایی مصرف آب را با میزان حجم آب مصرفی کمتر تولید کرد. به همین خاطر در تحقیق حاضر سعی بر آن شد که بین دو روش آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) و آبیاری سطحی (جویچه‌ای) بر روی دو رقم گیاه ذرت دانه‌ای زودرس (KCS 410) و دیررس (KCS 704) ارزیابی و مقایسه‌ای به منظور تعیین روش آبیاری مناسب‌تر با انتخاب رقم بهتر در راستای افزایش عملکرد و کارایی مصرف آب و نیز کاهش میزان آب مصرفی برای منطقه آزمایش صورت پذیرد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در طی دو سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در استان کرمان (ایستگاه شهید زنده روح جوپار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی) به منظور بررسی تغییرات کارایی مصرف آب، عملکرد و میزان کاهش آب آبیاری دو رقم ذرت دیررس (KSC 704) و زودرس طاها (KSC 410) تحت مدیریت آبیاری با روش¬های آبیاری قطره¬ای نواری (تیپ) و شیاری انجام شد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار (فاصله

بین تکرارهای آزمایش ۴ متر) که در آن روش‌های آبیاری به عنوان تیمار اصلی و ارقام ذرت به عنوان تیمار فرعی اجرا گردید. تیمارهای آبیاری قطره‌ای نواری و آبیاری شیاری شامل ۵ خط به فاصله ۷۵ سانتی‌متر از هم و به طول ۱۲ متر برای هر رقم ذرت بود. نوارهای تیپ از نوع ۱۷۵ میکرون با فاصله روزنه‌های ۳۰ سانتی‌متری ساخت ایران بود. دبی این نوارها ۲ لیتر در ساعت در هر متر طول در فشار کاری ۰/۷– ۰/۳ اتمسفر بود. از ترکیب سطوح مختلف تیمارها در تعداد تکرار ۱۶ کرت آزمایشی به دست آمد.

کشت ذرت رقم دیررس (KSC 704) و زودرس طاها (KSC 410) در تاریخ ۱۰ خرداد انجام شد اما برداشت آن‌ها به ترتیب در زمان۱۳۰ و ۱۱۰ روز پس از کشت در تاریخ ۱۷ مهر و ۲۸ شهریور انجام شد. رقم CS 410 ۲۰ روز زودتر از رقم CS 704 برداشت شد. تراکم موردنظر برای تمام رقم‌ها با در نظر گرفتن فواصل ۷۵× ۱۸ سانتی‌متر برابر با ۷۴۰۰۰ بوته در هکتار بود. مقدار کود شیمیایی براساس آزمون خاک و توصیه کودی مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور ۴۵۰ کیلوگرم اوره، ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریبل و ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم بود که تمامی کود فسفاته و یک سوم کود ازته در زمان کاشت و مابقی کود ازته در مرحله ۷ برگی شدن ذرت استفاده شد.

برای محاسبه حجم آب آبیاری در سیستم آبیاری قطره‌ای نواری، تبخیر–تعرق پتانسیل (ET_o) با استفاده از اطلاعات روزانه ایستگاه هواشناسی استان کرمان و با روش فائو پنمن– مانتیث (PM) تعیین گردید (Allen et al., 1998)، سپس با استفاده ازضریب گیاهی (K_c) ذرت اصلاح شده برای منطقه کرمان با استفاده از دستورالعمل نشریه فائو۵۶ (Allen et al., 1998)، تبخیر و تعرق گیاه (ETc) مطابق رابطه (۱) بدست آمد:

$$ET_c = ET_o \times K_c \qquad (۱)$$

مقدار راندمان آبیاری موردانتظار در روش آبیاری قطره‌ای نواری ۹۰ درصد تعیین و در محاسبه عمق ناخالص آبیاری اعمال شد.

عمق خالص آب آبیاری (d_n) براساس ET_c و با احتساب سطح سایه‌انداز مزرعه ذرت و دور آبیاری (۵ روز یکبار در روزهای اولیه کاشت و ۳ روز یکبار در زمان رشد و اوج مصرف گیاه) محاسبه شد , (Kosari 2009). عمق ناخالص آبیاری (d_g) بر حسب (mm) از رابطه‌ی (۲) به دست آمد:

$$dg = \frac{dn}{Ea} \qquad (۲)$$

دور آبیاری برای آبیاری شیاری در حد ظرفیت زراعی و هر ۷ روز یک بار انجام شد. بدین منظور، قبل از هر نوبت آبیاری از خاک مزرعه و تا عمق توسعه ریشه نمونه خاک تهیه و میزان رطوبت وزنی (θ_m) آن اندازه‌گیری شد. عمق خالص آب آبیاری (d_n) در روش آبیاری شیاری بر اساس رابطه ۳ تعیین شد (علیزاده، ۱۳۸۹):

$$d_n = \frac{(\theta_{FC}-\theta_m)\times\rho_b\times R_d}{100} \qquad (۳)$$

که در آن، θ_{FC} رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی، ρ_b متوسط جرم مخصوص ظاهری خاک و R_d عمق توسعه ریشه است. عمق توسعه ریشه در طول فصل رشد متفاوت و بر اساس رابطه ۴ محاسبه شد (Borg and Grimes, 1986):

$$R_d = P_d + R_{dmax}\left[0.5 + 0.5sin\left(3.03\frac{Dag}{Dtm} - 1.47\right)\right] \qquad (۴)$$

که در آن P_d: عمق کاشت، Dag: تعداد روز پس از کاشت، Dtm: روز پس از کاشت تا رسیدن گیاه به حداکثر رشد و Sin: براساس رادیان می‌باشد. بر اساس گزارش فائو (Allen et al., 1998)، بیشینه عمق توسعه ریشه ذرت، یک متر در نظر گرفته شد. میزان آب آبیاری در هر کرت با استفاده از کنتور حجمی اندازه‌گیری شد.

جهت تعیین خصوصیات خاک نمونه‌گیری از اعماق ۳۰–۰، ۶۰–۳۰، ۹۰–۶۰ سانتی متری خاک انجام شد که در جدول ۱ ارایه شده است. نمونه‌برداری‌هایی نیز جهت تعیین خصوصیات شیمیایی آب به لحاظ بررسی کل مواد محلول در آب انجام گردید که نتایج آن در جدول ۲ ارایه شده است.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

عمق خاک (cm)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	آنیون‌ها و کاتیون‌های محلول (meq/lit)						EC (dS/m)	pH
				SO_4^{2-}	HCO_3^-	Cl^-	Na^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}		
۰–۳۰	۸۶	۸	۶	۷/۶۳	۲/۸	۴	۴/۲۱	۶	۴	۰/۸۵	۷/۵
۳۰–۶۰	۸۱	۹	۱۰	۷/۵	۲/۵۴	۳/۸	۴	۵/۷	۴/۵	۰/۸	۷/۲
۶۰–۹۰	۸۰	۱۱	۹	۷/۳	۲/۷	۴/۱	۴/۱	۵/۵	۳/۹	۰/۸۱	۷/۴

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی و کیفی آب آبیاری

کاتیون‌ها (meq/lit)					آنیون‌ها (meq/lit)			EC (dS/m)	pH
Mn^{++}	Fe^{++}	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	SO_4^{2-}	Cl^-	HCO_3^-	CO_3^{2-}		
۰/۱۴	۰/۷۸	۴/۳	–	۳/۷	۱/۴	۴/۱	۳/۶	۲/۳	–	۴/۲	۷/۱

برای تعیین عملکرد دانه، بلال‌های دو خط وسط هر کرت برداشت و دانه‌های آنها توسط دستگاه دانه جداکن (Sheller) از بلال جدا گردید .رطوبت دانه با استفاده از دستگاه رطوبت‌سنج تعیین و عملکرد دانه و وزن هزار دانه برمبنای رطوبت ۱۴٪ محاسبه شد. سایر اندازه‌گیری‌ها شامل قطر بلال، تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در ردیف، بر روی ۱۰ بلال که بطور تصادفی انتخاب شدند اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری قطر بلال از کولیس استفاده شد.

میزان افزایش عملکرد بر حسب درصد از رابطه ۵ محاسبه شد:

$$Y(\%) = (\frac{y_1 - y_2}{y_2}) \times 100 \quad (۵)$$

که در این رابطه، Y_1= عملکرد محصول به دست آمده در روش آبیاری قطره‌ای نواری (kg) و Y_2= عملکرد محصول به دست آمده در روش آبیاری شیاری (kg).

بهره‌وری آب (WP) بر حسب (kg/m^3) از تقسیم میزان دانه تولید شده در هر کرت بر میزان آب مصرف شده در هر کرت بر مبنای کیلوگرم دانه بر مترمکعب آب آبیاری و با استفاده از رابطه ۶ به دست آمد (Sakthivadivel et al., 1999):

$$WP = \frac{Y}{I} \quad (۶)$$

که در این رابطه، Y= کل عملکرد محصول (kg/ha) و I = کل آب آبیاری (m^3/ha) است.

درصد کاهش آب آبیاری (W_S) در روش آبیاری قطره‌ای نواری نسبت به آبیاری شیاری از رابطه ۷ به دست آمد:

$$WS(\%) = \frac{(W_a - W_b)}{W_a} \times 100 \quad (۷)$$

که در این رابطه، W_a = کل آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای نواری و W_b = کل آب آبیاری در روش آبیاری شیاری می‌باشد.

اطلاعات موردنیاز برای محاسبه ضریب یکنواختی پخش (CU) در مزرعه اندازه‌گیری و با استفاده از رابطه ۸ مقدار این ضریب محاسبه شد (Christiansen, 1942):

$$CU = \left(1 - \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\frac{|X_i - \bar{X}|}{\bar{X}}\right) \times 100 \quad (۸)$$

در این رابطه، N تعداد نقاط اندازه گیری شده، X_i مقدار آب نفوذ یافته یا جمع شده در هر نقطه، $\bar{X}$ متوسط عمق آب نفوذ یافته یا جمع‌شده می‌باشد. در آبیاری سطحی ضریب فوق با اندازه‌گیری عمق نفوذ آب در مزرعه قابل اندازه گیری است اما به علت این که اندازه‌گیری عمق نفوذ آب در خاک در روش آبیاری سطحی مشکل می‌باشد لذا پس از آبیاری به‌جای عمق نفوذ آب، رطوبت خاک برای تعیین ضریب یکنواختی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدین منظور ۲۴ ساعت قبل و پس از آبیاری از اعماق ۳۰-۰ و ۶۰ -۳۰ سانتی متری خاک، نمونه خاک گرفته شد و با استفاده از روش وزنی میزان افزایش رطوبت خاک تعیین گردیده و سپس ضریب یکنواختی پخش با استفاده رابطه ۷ محاسبه شد.

تحلیل اقتصادی

در ارزیابی اقتصادی طرح آبیاری قطره‌ای نواری مقایسه‌ای بین این روش و روش آبیاری شیاری از لحاظ اختلاف درآمد به هزینه (B/C) صورت گرفت. بدین منظور تحلیل اقتصادی برای ۱۵ سال با بهره بانکی ۲۰ درصد و نرخ تورم ۱۴ درصد انجام شد. به‌منظور متفاوت بودن طول عمر ادوات به‌کار گرفته شده در روش آبیاری نواری ادوات بر اساس طول عمر آنها به سه دسته ۱، ۱۵ و ۳۰ سال تقسیم شد، سپس کلیه هزینه و درآمدها در دو روش آبیاری در طول ۱۵ سال به ارزش کنونی و سپس به هزینه سالیانه تبدیل و با هم مقایسه گردید و بهترین روش آبیاری از لحاظ اقتصادی معرفی گردید.

در نهایت در این مطالعه، به منظور آنالیز¬های آماری و همچنین مقایسه میانگین¬های اثرات اصلی و فرعی از نرم¬افزار MSTATC استفاده گردید.

نتایج و بحث

روش‌های آبیاری وعملکرد دانه و اجزای آن

نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثرات سال آزمایش، روش‌های آبیاری و ارقام ذرت و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد دانه ذرت و اجزای عملکرد در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که اثر سال آزمایش بر عملکرد دانه و اجزای آن معنی‌دار نبود و با توجه به معنی‌دار نبودن اثر سال، نمودارها و نتایج بر اساس میانگین دو سال ارائه شده است.

اثر روش¬های آبیاری بر میزان عملکرد، تعداد ردیف دانه، قطر و طول بلال در سطح احتمال یک درصد و بر میزان وزن هزار دانه و تعداد دانه در ردیف در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). تأثیر ارقام ذرت بر عملکرد و تمام اجزای آن در سطح احتمال یک درصد معنی¬دار بود. با این‌حال، همانطور که ازجدول ۳ مشخص است تیمارهای روش آبیاری و ارقام ذرت بر روی صفات فوق اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت. اثرات متقابل روش‌های آبیاری و ارقام ذرت بر میزان عملکرد، تعداد ردیف دانه، تعداد دانه در ردیف و قطر بلال در سطح یک درصد معنی‌دار شد. در صفت طول بلال در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید در حالی که وزن هزار دانه اختلاف معنی‌داری نداشت. تأثیر سال در اثرات متقابل روش آبیاری در ارقام ذرت بر میزان عملکرد و تمام اجزای آن اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد میزان عملکرد دانه ذرت در روش آبیاری شیاری نسبت به روش آبیاری قطره‌ای نواری کاهش یافت و بیشترین میزان عملکرد برابر با ۱۳۳۷۶ کیلوگرم بر هکتار به روش آبیاری قطره‌ای

نواری اختصاص داده شد. بیشترین میزان اجزای عملکرد (تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، وزن هزار¬دانه، طول بلال و قطر بلال) نیز در روش آبیاری قطره‌ای نواری مشاهده شد (جدول ۴). نتایج حاصل از این پژوهش با یافته‌های سایر محققان همخوانی دارد (احمدآلی و خلیلی، ۱۳۸۸; حامدی و جعفری، ۱۳۸۸; Asif et al., 2016 ;Hebbar et al., 2004)

جدول ۳- تجزیه واریانس خصوصیات اندازه‌گیری شده گیاه ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد (kg/ha)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	وزن هزار دانه	طول بلال	قطر بلال	بهره‌وری آب
سال	۱	۶۹۰۱۵/۳۷۵^{ns}	۱/۰۸۴^{ns}	۰/۰۹۳^{ns}	۱۷۲/۶۹۹^{ns}	۰/۱۰۲^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}	۰
تکرار × سال	۴	۱۲۱۵/۰۸۳	۰/۰۱۱	۰/۰۱۰	۳۷۶/۸۶۲	۰/۲۰۴	۰/۰۳۱	۰
روش‌های آبیاری	۱	۲۶۹۵۵۸۰۱/۰۴**	۱۳/۹۲۳*	۸/۴۰۲**	۵۷۳۳/۸۰۷*	۵/۸۹۳**	۳/۰۴۶**	۴/۴۴۶ **
سال × روش‌های آبیاری	۱	۵۱۳/۳۷۵ns	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۴۳۴/۵۲۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}	۰/۰۰۲
خطا	۴	۸۹۰۹/۰۸۳	۰/۰۰۱	۰/۲۴۷	۳۷۱/۷۹۹	۰/۰۱۸	۰/۰۲۰	۰/۰۱۲
ارقام ذرت	۱	۲۷۳۸۱۳۸۴/۳۷۵**	۱۳/۵۶**	۶/۳۶۵**	۴۰۵۶/۰۰۱**	۴/۹۹۰**	۲/۱۵۴**	۰/۰۰۱ **
سال × ارقام ذرت	۱	۵۱۳/۳۷۵^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۴۳۲/۱۴۲^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}	۰
روش‌های آبیاری × ارقام ذرت	۱	۲۴۰۲۲۳۵/۳۷۵**	۱۰/۰۶۲**	۰/۰۰۳**	۲۵/۹۱۷^{ns}	۱/۰۱۶*	۱/۲۸۳**	۰/۰۲۱ **
سال × روش‌های آبیاری × ارقام ذرت	۱	۴۵/۳۷۵^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۴۱۸/۸۳۶^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}	۰
خطا	۸	۱۹۹۷۹/۶۹۴	۰/۰۰۱	۰/۰۵۷	۴۹۷۵/۵۰۴	۰/۰۶۶	۰/۰۵۲	۰
ضریب تغییرات٪		۱/۳۰	۰/۰۳	۱/۶۵	۶/۰۷	۱/۷۲	۵/۳۰	۰/۴۳

** معنی‌داری در سطح ۱٪ *معنی‌داری در سطح ۵٪ و ns غیر معنی‌دار

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های اثر مستقل روش آبیاری و ارقام ذرت بر میزان عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و بهره¬وری آب

اثرات مستقل	صفات: تیمار	عملکرد دانه (Kg/ha)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	وزن هزار دانه (gr)	طول بلال (cm)	قطر بلال (cm)	بهره‌وری آب
روش آبیاری	قطره‌ای نواری	۱۳۳۷۶^{a}	۴۹/۶۷^{a}	۱۴/۹۸^{a}	۳۵۹/۶۶^{a}	۱۵/۴^{a}	۴/۶۷^{a}	۱/۸۴^{a}
	شیاری	۱۱۲۵۷^{b}	۴۸/۱۴^{b}	۱۳/۷۹^{b}	۳۲۰/۴۲^{b}	۱۴/۴۷^{b}	۳/۹۶^{b}	۰/۹۸^{b}
ارقام ذرت	SC 704	۱۳۳۸۵^{a}	۴۹/۰۷^{a}	۱۴/۹۲^{a}	۳۵۷/۲۱^{a}	۱۵/۴۲^{a}	۴/۶۲^{a}	۱/۴۱^{a}
	SC 410	۱۱۲۴۷^{b}	۴۸/۲۱^{b}	۱۳/۸۸^{b}	۳۲۲/۸۶^{b}	۱۴/۵۰^{b}	۴/۰۱^{b}	۱/۴۲^{a}

اعدادی که دارای حروف غیرمشابه هستند در سطح ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

مقایسه میانگین اثر مستقل ارقام ذرت بر میزان عملکرد دانه ذرت و اجزای آن نشان داد که بیشترین میزان عملکرد دانه ذرت در رقم KSC 704 نسبت به رقم طاها KSC 410 مشاهده شد و این مقدار برابر با ۱۳۳۸۵کیلوگرم بر هکتار بود. بیشترین میزان اجزای عملکرد (تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، وزن هزاردانه، طول بلال و قطر بلال) نیز در در رقم ذرت KSC 704 نسبت به رقم طاها KSC 410 مشاهده شد (جدول ۴). تحقیقات هاشمپور و همکاران نشان دادند که که ارقام ذرت دیررس با داشتن شاخص‌های رشد مناسب‌تر باعث افزایش توسعه سطح برگ و در نهایت عملکرد بالاتر محصول نسبت به ارقام زودرس ذرت می‌شود (Hashempour et al., 2015).

اثرات متقابل روش‌های آبیاری و ارقام ذرت نیز نشان داد که بیشترین عملکرد برای ذرت رقم KSC 704 تحت مدیریت روش آبیاری قطره‌ای نواری با عملکردی در حدود ۱۴۱۲۸/۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۵). کمترین عملکرد نیز مربوط به ذرت رقم KSC 410 تحت مدیریت روش آبیاری شیاری بود. یکی از مهمترین دلایل این کاهش در مقدار عملکرد را می‌توان به نفوذ عمقی آب در خاک و از دسترس خارج شدن آب موردنیاز گیاه در زمان اوج مصرف در آبیاری شیاری می‌باشد. در صورتی که در آبیاری قطره‌ای نواری به علت دور آبیاری کوتاهتر آب کمتری به اعماق نفوذ کرده و در نتیجه محیط ریشه همیشه دارای رطوبت مطلوبی خواهد

بود و این خود باعث افزایش عملکرد در مقایسه با آبیاری شیاری خواهد شد. در مقایسه بین روش آبیاری قطره‌ای نواری و بین دو رقم ذرت، رقم KSC 704 در حدود ۱۱ درصد افزایش عملکرد نسبت به ذرت رقم طاها KSC 410 داشت. این افزایش عملکرد در روش آبیاری شیاری بین دو رقم ذرت برابر با ۹ درصد بود. همانطوری که در مقایسه اثرات مستقل هیبریدهای ارقام زودرس و دیررس ذرت مشاهده شد ارقام دیررس دارای افزایش عملکرد بیشتری نسبت به ارقام زودرس بودند. اثرات متقابل ارقام ذرت تحت مدیریت دو روش آبیاری قطره‌ای نواری و شیاری نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای نواری به دلیل توزیع مناسب‌تر رطوبت به منطقه ریشه گیاه، جلوگیری از رشد علف‌های هرز، کاهش تلفات تبخیر از سطح خاک، کاهش نفوذ عمقی، کاهش رواناب و نیز افزایش تعرق گیاهی سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد بیشتر گیاه نسبت به روش آبیاری شیاری گردید (Paul et al., 2013; Panigrahi et al., 2016). بر اساس نتایج حاصل شده می‌توان نتیجه گرفت که با بکارگیری روش مناسب آبیاری در ارقام مناسب ذرت می¬توان میزان عملکرد گیاه را افزایش داد.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل روش‌های آبیاری و ارقام ذرت بر میزان عملکرد و اجزای آن و بهره‌وری آب

تیمار	صفات	عملکرد دانه (Kg/ha)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف دانه	وزن هزار دانه (gr)	طول بلال (cm)	قطر بلال (cm)	بهره‌وری آب
قطره¬ای نواری × SC 704		۱۴۱۲۸/۵^{a}	۵۱/۰۹^{a}	۱۵/۴۸^{a}	۳۷۳/۶۹^{a}	۱۵/۷۱^{a}	۴/۷۴^{a}	۱/۷۸^{a}
قطره¬ای نواری × SC 410		۱۲۶۲۵^{b}	۴۸/۲۹^{b}	۱۴/۴۷^{b}	۳۴۵/۶۳^{b}	۱۵/۲۲^{b}	۴/۶۱^{a}	۱/۸۷^{a}
شیاری× SC 704		۱۲۶۴۱^{b}	۴۸/۲۷^{c}	۱۴/۳۲^{b}	۳۴۰/۷۲^{b}	۱۵/۱۳^{b}	۴/۴۹^{a}	۱/۰۱^{a}
شیاری× SC 410		۹۸۷۲/۶^{c}	۴۸/۰۶^{d}	۱۳/۲۷^{c}	۳۰۰/۱۳^{c}	۱۳/۸۰^{c}	۳/۴۳^{b}	۱/۱۲^{b}

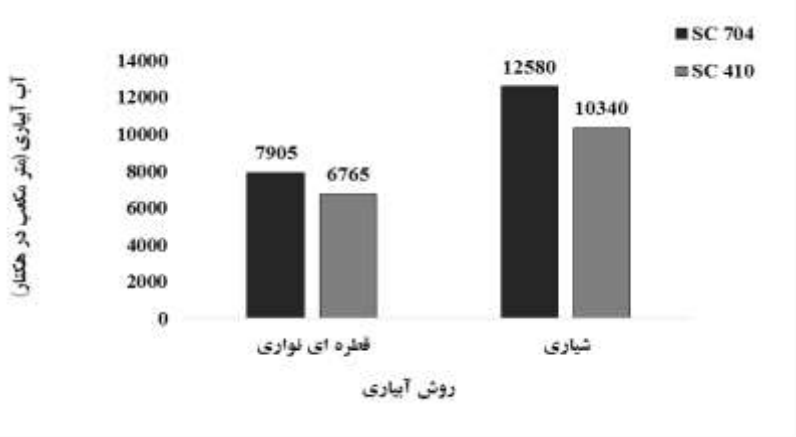
اعدادی که دارای حروف غیرمشابه هستند در سطح ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

بیشترین میزان تعداد دانه در ردیف، ردیف دانه، وزن هزار دانه، طول و قطر بلال برای رقم KSC 704 در روش آبیاری قطره‌ای نواری و به ترتیب برابر با ۵۱/۰۹، ۱۵/۴۸ ، ۳۷۳/۶۹ گرم، ۱۵/۷۱ سانتی‌متر و ۴/۷۴ سانتی‌متر به دست آمد (جدول ۵). کمترین میزان تعداد دانه در ردیف، ردیف دانه، وزن هزار دانه، طول و قطر بلال نیز مربوط به رقم طاها KSC 410 در روش آبیاری شیاری بود. در این پژوهش مشاهده شد که روش آبیاری قطره‌ای نواری بالاترین عملکرد و اجزای عملکرد گیاه را به خود اختصاص داد و برای کل این پارامترها روش آبیاری شیاری کمترین مقدار را داشت که مشابه نتایج این پژوهش توسط باغانی و خوشبزم (۱۳۸۶)، افشار و همکاران (۱۳۸۸)، استخروئیه و همکاران، (۱۳۹۵) و معیری (۱۳۹۲) مورد تایید قرار گرفته است. همچنین بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش مشاهده می‌شود که روش آبیاری قطره‌ای نواری در هر دو رقم طاها KSC 410 و KSC 704 بالاترین بهره‌وری مصرف آب را به خود اختصاص دادند و در یک گروه آماری قرار گرفتند و با اختلاف ناچیز تیمار آبیاری قطره‌ای نواری با رقم طاها KSC 410 بالاترین مقدار بهره‌وری در مصرف آب را به خود اختصاص داد.

آب آبیاری

میزان کل آب آبیاری در روش آبیاری قطره‌ای نواری برای ذرت رقم KSC 704 برابر با ۷۹۰۵ متر مکعب در هکتار بود که در مقایسه با حجم آبی که برای این رقم در روش آبیاری شیاری (۱۲۵۸۰ متر مکعب در هکتار) مصرف شد، به میزان ۳۷/۱۶ درصد کاهش داشت. کل آب آبیاری برای ذرت رقم طاها KSC 410 برابر با ۶۷۶۵ متر مکعب در هکتار در روش آبیاری قطره‌ای نواری بود که با توجه به میزان آب آبیاری در روش شیاری (۱۰۳۴۰ متر مکعب در هکتار) برای این رقم به میزان ۳۴/۵۰ درصد کاهش آب آبیاری مشاهده شد (شکل ۱). نتایج مشابه با پژوهش حاضر نیز در تحقیقات سلیم و همکاران و قدمی فیروزآبادی و همکاران نیز به اثبات رسیده است (قدمی فیروزآبادی و همکاران، ۱۳۹۰ و Saleem et al., 2010).

مقایسه میزان آب آبیاری در دو رقم ذرت زودرس و دیررس نشان داد که رقم ذرت دیررس به دلیل اینکه طول دوره رشد بیشتری در جهت رسیدن نسبت به ارقام ذرت زودرس دارند (۲۰ روز)، بالتبع آب بیشتری نیز مصرف خواهند نمود و در مقایسه با رقم زودرس ذرت میزان آب آبیاری بیشتری را به خود اختصاص می‌دهد. علاوه بر آن بر اساس نتایج سایر تحقیقات ارقام دیررس به دلیل افزایش توسعه سطح برگ بیشتر دارای تعرق گیاهی بیشتری در مقایسه با ارقام زودرس ذرت هستند و این خود در بالاتر بودن میزان مصرف آب این رقم نیز نقش دارد (Hashempour Beltrik et al., 2015).

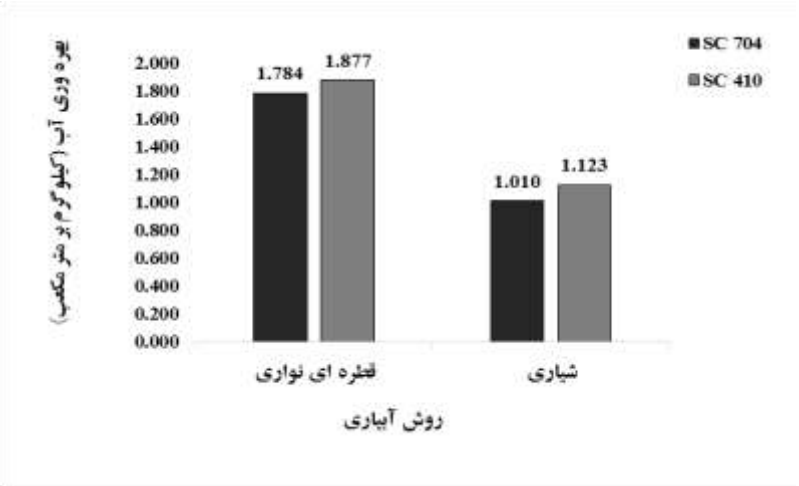


شکل ۱- آب آبیاری در روش‌های آبیاری و ارقام ذرت

با کاربرد روش آبیاری قطره‌ای نواری، کاهش میزان آب آبیاری در هر دو رقم ذرت مشاهده گردید که بر اساس یافته‌های دیگر محققان قرار گرفتن مستقیم آب در محدوده ریشه گیاه و کم شدن میزان تلفات آب به دلایل تبخیر از سطح خاک از عوامل مهم در کاهش میزان آب آبیاری در روش قطره ای نواری نسبت به روش شیاری می‌باشند (Tiwari et al. 2014, Reddy et al. 2018).

بهره‌وری آب

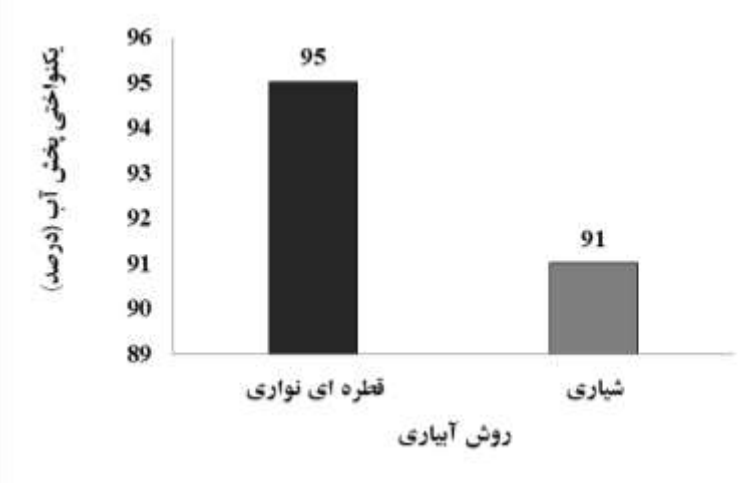
اثر مدیریت آبیاری با روش‌های قطره‌ای نواری و شیاری بر میزان بهره‌وری آب نشان داد که روش آبیاری قطره‌ای نواری با مقدار ۱/۸۴ کیلوگرم بر متر مکعب بیشترین میزان بهره‌وری آب را به خود اختصاص داد. بیشترین بهره‌وری آب در روش آبیاری قطره‌ای نواری و رقم طاها KSC 410 با مقدار ۱/۸۷ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد و کمترین مقدار به روش آبیاری شیاری و رقم KSC 704 با مقدار ۱/۰۱ کیلوگرم بر متر مکعب اختصاص یافت (شکل ۲ و جدول ۴). در روش آبیاری قطره‌ای نواری علی‌رغم عملکرد پایین‌تر ذرت رقم طاها KSC 410 نسبت به رقم KSC 704 (حدود ۱۱ درصد)، به دلیل کمتر شدن میزان آب آبیاری در رقم طاها KSC 410 بهره‌وری آب آن بیشتر گردید و این وضعیت در روش آبیاری شیاری نیز مشاهده شد و بالاترین میزان بهره‌وری آب به رقم ذرت زودرس اختصاص یافت. رقم طاها KSC 410 به دلیل اینکه نسبت به رقم KSC 704 زودتر برداشت شد، دارای طول دوره رشد کمتری بود و با ۲۰ روز اختلاف زمانی در برداشت زودتر محصول به مصرف کمتر آب و نیز افزایش میزان بهره‌وری آب منجر گردید. این افزایش بهره‌وری رقم ذرت زودرس تحت روش آبیاری قطره‌ای نواری دارای افزایش بیشتری نسبت به روش آبیاری شیاری بود. سایر محققین نیز بالاتر بودن میزان بهره‌وری آب را در روش آبیاری قطره‌ای نواری در مقایسه با آبیاری شیاری به اثبات رسانده‌اند (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۰؛ Asif et al., 2016).



شکل ۲- بهره‌وری آب در روش‌های آبیاری و ارقام ذرت

یکنواختی پخش آب

بر اساس نتایج متوسط راندمان یکنواختی پخش آب در روش آبیاری قطره‌ای نواری ۹۵ درصد و آبیاری شیاری ۹۱ درصد بود (شکل ۳). بالا بودن یکنواختی پخش آب در آبیاری شیاری را می‌توان به کوچک بودن ابعاد کرت‌ها و زود رسیدن آب به انتهای کرت مرتبط دانست. با وجودی که این یکنواختی برای آبیاری شیاری بسیار مناسب به نظر می‌رسد ولی با نگاهی از دسترس خارج شدن آب از ناحیه ریشه به دلیل عدم نگهداشت آب در خاک ملاحظه می‌شود حجم آب تلف شده در این روش بسیار بالاست و با مصرف میزان آب آبیاری بیشتر یکنواختی پخش آب افزایش یافته است.



شکل ۳- یکنواختی پخش آب در روش‌های آبیاری

تحلیل اقتصادی

با توجه به نتایج بدست آمده سیستم آبیاری نواری با B/C>1 دارای توجیه اقتصادی می‌باشد (جدول ۶)، لذا از نظر اقتصادی برای ذرت در مزارعی که عملکرد بالایی دارند آبیاری قطره‌ای نواری توصیه می‌شود و در عملکردهای پایین‌تر از میزان متوسط با توجه به هزینه‌های آبیاری قطره‌ای نواری توجیه اقتصادی ندارد، ولی با توجه به اختلاف قابل‌توجه در میزان مصرف آب و قیمت آب مصرفی لازم است تمهیداتی در زمینه کاهش هزینه‌های اجرای سیستم، در منطقه و بهبود راهکارهای مدیریتی کشاورز در نظر گرفته شود. البته باید توجه داشت در بحث اقتصاد آب و به‌منظور صرفه‌جویی در این مهم امتیازاتی را دولت برای گسترش روش‌های آبیاری تحت‌فشار به کشاورزان داوطلب ارایه می‌دهد تا توجیه طرح هر چه بیش‌تر افزایش یابد. از طرفی کشاورز در تمام این روش‌های آبیاری بابت آب مصرفی هیچ هزینه‌ای پرداخت نمی‌کند، در حقیقت ارزش آب مصرفی در اینجا صفر در نظر گرفته شده است. چنانچه شرایطی پیش آید که آب مصرفی ارزش ریالی داشته باشد یا مقرر شود کشاورز جهت آب مصرفی نیز پولی پرداخت کند، باید ارزش آب در محاسبات فوق دخالت داشته باشد. در شرایط فعلی کشاورز تنها هزینه استحصال آب را تامین می‌کند و برای احجام آبی که در اختیار می‌گیرد، پولی پرداخت نمی‌کند.

جدول ٦- مقایسه منفعت به هزینه روش‌های آبیاری قطره‌ای نواری و شیاری

آبیاری قطره‌ای نواری		آبیاری سطحی	
درآمد	هزینه	درآمد	هزینه
۳۴۱۸۵۳۰۰۰	۲۶۴۸۸۹۲۰۰	۱۳۴۳۰۰۰۰۰	۱۴۸۹۴۴۰۰۰
B/C=۱/۴		B/C=۰/۹۴	

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که رقم KSC 704 دارای افزایش عملکرد و اجزای عملکرد بیشتری (تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه، وزن هزار¬دانه، طول بلال و قطر بلال) نسبت به رقم طاها KSC 410 ذرت بود و با ترکیب این ارقام در دو روش آبیاری قطره‌ای نواری و شیاری مشاهده شد که روش آبیاری قطره‌ای نواری به دلیل توزیع مناسب‌تر رطوبت به منطقه ریشه گیاه، جلوگیری از رشد علف‌های هرز، کاهش تلفات تبخیر از سطح خاک و نیز افزایش تعرق گیاهی سبب افزایش عملکرد بیشتر گیاه نسبت به روش آبیاری شیاری گردید. رقم ذرت دیررس KSC 704 به دلیل اینکه طول دوره رشد بیشتری در جهت رسیدگی کامل نسبت به رقم ذرت زودرس KSC 410 طاها دارد، در نتیجه آب بیشتری نیز مصرف خواهد نمود و در مقایسه با رقم ذرت زودرس طاها KSC 410 میزان آب آبیاری بیشتری را به خود اختصاص می‌دهد. بالاترین میزان بهره‌وری آب به رقم ذرت زودرس طاها KSC 410 اختصاص یافت و این افزایش بهره‌وری رقم ذرت طاها KSC 410 تحت مدیریت روش آبیاری قطره‌ای نواری افزایش بیشتری نسبت به روش آبیاری شیاری دارا بود. روش آبیاری قطره‌ای نواری با در نظر گرفتن کاهش در حجم آب مصرفی گیاه، افزایش معنی‌داری را در میزان عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت از خود نشان داد. آبیاری قطره‌ای نواری با مقدار آب کمتر توانست عملکرد محصول بیشتری در مقایسه با آبیاری شیاری تولید کند. با توجه به میزان آب آبیاری کمتر در روش آبیاری قطره‌ای نواری افزایش چشمگیری در بهره‌وری آب نسبت به روش آبیاری شیاری مشاهده شد. روش آبیاری قطره‌ای نواری موجب کاهش ۳۳/۵ و ۳۶/۲۵ درصدی آب آبیاری در دو تیمار ذرت رقم KSC 704 و رقم KSC 410 در مقایسه با روش آبیاری شیاری گردید. با توجه به محدودیت منابع آب در چند سال اخیر، لزوم افزایش تولید از طریق افزایش عملکرد به ازای هر واحد آب مصرفی ضرورت داشته و برنامه‌ریزی آبیاری با روش‌های نوین می‌تواند سبب افزایش بهره‌وری آب گردد.

منابع

احمدآلی، ج. ۱۳۸۹. بررسی کارایی مصرف آب و عملکرد در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای نواری Tape و جوی پشته ای در ذرت دانه‌ای، سومین همایش ملی مدیریت شبکه‌های آبیاری و زهکشی، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز.

احمدآلی، ج.، و خلیلی، م. ۱۳۸۸. بررسی عملکرد و کارآیی مصرف آب در سامانه‌های آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) و جوی پشته‌ای در وضعیت کشت یک‌ردیفه و دوردیفه در ذرت دانه ای. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، شماره ۳، جلد ۲، ص ۷۸-۷۱.

ایرانپور، م.، ایراندوست، م.، و رضایی استخروییه، ع. ۱۳۹۵. تأثیر آبیاری شیاری و قطره‌ای در شرایط اعمال سطوح مختلف آبیاری، بر عملکرد ذرت دانه‌ای در کرمان. مدیریت آب و آبیاری. ۶ (۱): ۱۳۹۵. ۷۲-۶۱.

افشار، ه.، اشرفی، ش.، و حسن‌زاده مقدم، ه. ۱۳۸۶. کاربرد آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و سطوح مختلف آبیاری در زراعت ذرت دانه‌ای رقم کرج ۷۰۰ در منطقه مشهد. سمینار علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار، ص ۲۹۳-۲۸۳.

افشار، ح.، صدرقائن، س.ح.، و باغانی، ج. ۱۳۸۸. بررسی سطوح مختلف آب آبیاری، تراکم بوته و آرایش کاشت در روش‌های آبیاری قطره ای و شیاری در زراعت ذرت دانه ای رقم ۷۰۴ در منطقه مشهد. دهمین سمینار آبیاری و کاهش تبخیر.

آذری، ا.، برومند نسب، م.، و بهزاد، م. ۱۳۸۶. بررسی عملکرد گیاه ذرت در روش آبیاری یا قطره‌ای نواری (T-Tape). نشریه علمی کشاورزی، شماره ۳۰، جلد ۲، ص ۸۸-۸۱.

باغانی، ج.، و خوشبزم، ر. ۱۳۸۶. بررسی تولید و کارآیی مصرف آب آبیاری در محصولات زراعی چغندرقند، سیب‌زمینی، گوجه فرنگی و ذرت علوفه ای در روش های آبیاری قطره ای و سطحی. گزارش نهایی شماره: ۸۶/۱۳۶۶ موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.

حامدی، ف.، و جعفری، ح. ۱۳۸۴. مقایسه سیستم آبیاری قطره‌ای نواری و سطحی از طریق سطوح مختلف نیاز آبی بر عملکرد ذرت. نهمین کنگره علوم خاک ایران.

صدرقائن، س.ح.، زارعی، ق.، و اکبری، م. ۱۳۸۶. راهکارهای کاربردی توسعه سیستم آبیاری قطره ای (تیپ) در زراعت چغندر قند. سمینار علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار، ص ۲۶۷-۲۸۲.

صمدوند، س.، تاجبخش، م.، انوری، ک.، و احمدآلی، ج. ۱۳۹۳. تأثیر سامانه‌های آبیاری قطره‌ای نواری (Tape) و نشتی در کشت یک و دو ردیفه بر عملکرد و کارآیی مصرف آب ذرت دانه‌ای. نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، جلد ۱۸، شماره ۷۰، ص ۱۱۳-۱۱۹.

علیزاده، ا. ۱۳۸۹. "طراحی سیستم های آبیاری سطحی". چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد

قدمی فیروزآبادی، ع.، و مظاهری‌لقب، ح. ۱۳۸۶. تأثیر دو روش آبیاری تیپ و نشتی بر عملکرد و کارآیی مصرف آب ارقام کلزا. سمینار

علمی طرح ملی آبیاری تحت فشار و توسعه پایدار، ص ۵۹۰ - ۵۸۳.

مظاهری، ح.، قدمی فیروزآبادی، ع.، و مظاهری‌لقب، ح. ۱۳۹۰. مقایسه دو روش آبیاری نواری قطره‌ای و شیاری بر اجزاء عملکرد ارقام کلزا. نشریه زراعت. ۱۰۲: ۴۷-۴۱.

معیری، م. ۱۳۹۲. تعیین پتانسیل کارآیی مصرف آب ارقام گندم در روش‌های مختلف آبیاری (بارانی، قطره‌ای و سطحی) در شرایط اقلیمی مختلف کشور. گزارش نهائی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی.

کوثری، ه. ۱۳۸۸. بررسی بیلان انرژی سطح خاک به منظور برآورد تبخیرتعرق و اجزای آن در سیستم آبیاری قطره‌ای سطحی و زیر-سطحی. پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی. دانشگاه تهران.

میرزایی، م.ر.، قدمی فیروزآبادی، ع.، و عبداللهیان نوقابی، م. ۱۳۹۰. تاثیر دو روش آبیاری شیاری و نواری و سطوح مختلف نیتروژن و فسفر بر کمیت و کیفیت بذر چغندرقند. نشریه علوم گیاهان زراعی ایران، جلد ۴۲، شماره ۲، ص ۳۲۸-۳۱۹.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes D., and Smith M. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrig. Drain. No, 56. FAO, Rome.

Asif, M., Akram, M.M., Asif R.M., and Rafique, M.A. 2016. Impact of Drip and Furrow Irrigation Methods on Yield, Water Productivity and Fertilizer Use Efficiency of Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.) Grown under Plastic Tunnel. Science Letters 4(2): 118-123.

Borg, H., and Grimes, D.W. 1986. Depth development of roots with time, an empirical description. American Society of agricultural and biological Engineers. 29: 194-197.

Christiansen, J.E. 1942. Hydraulic of sprinkling systems for Irrigation. Trans. American Society of Civil Engineers 107: 221-239.

Hartz, T.K. 1993. Drip irrigation scheduling for fresh-market tomato production. Horticultural Science, 28(1): 35-37.

Hashempour Beltrik, F., Majidian, M., Esfahani, M., and Rafiee, B. 2015. Effect of Planting Date on Yield and Physiological Indicators of Six Forage Maize Cultivars in Rasht. Plant Process and Function, 4(14): 151-163.

Hebbar, S.S., Ramachandrappa, B.K., Nanjappa, H.V., Prabhakar, M. 2004. Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). Agronomy Journal, 21: 117-127.

Maleki Nezhad, H., and Saadatmand, S. 2010. Performance Evaluation of Drip Irrigation Systems in Yazd. Third National Conference Irrigation and Drainage Network Management. Shahid Chamran University of Ahvaz. 149.

Panigrahi, H.K., Agrawal, N., Agrawal, R., Dubey S., and Tiwari, S.P. 2016. Effect of drip irrigation and polythene mulch on the fruit yield and quality parameters of mango (*Mangifera indica* L.). Journal of Horticultural Science Biotechnology, 5(2): 140-143.

Paul, J.C., Mishra, J.N., Pradhan, P.L., and Panigrahi, B. 2013. Effect of drip and surface irrigation on yield, water-use-efficiency and economics of capsicum (*Capsicum annum* L.) Grown under mulch and no mulch conditions in eastern coastal India. European Journal of Sustainable Development, 2(1): 99-108.

Reddy, M., Ayyanagowdar, M.S., Patil, M.G., Polisgowdar, B.S., Nemichandrappa, M., and Patil, J.R. 2018. Performance of Water Melon under Mulching, Subsurface and Surface Drip Irrigation Systems in Semi-Arid Region. International Journal of Pure and Applied Bioscience, 6(1): 488-496.

Sakthivadivel, R., de Fraiture, C., Molden, D.J., Perry C., and Kloezen, W. 1999. Indicators of land and water productivity in irrigated agriculture. International Journal Water Resources Development, 15: 161-179.

Saleem, M., Wagas A., and Ahmad R.N. 2010. Comparison of three wheat varieties with different irrigation systems for water productivity. International Journal of Applied Agricultural Sciences. 2(1): 7-10.

Tiwari, K.N., Kumar, M., Santosh, D.T., Singh, V.K., Maji, M.K., and Karan, A.K. 2014. Influence of drip irrigation and plastic mulch on yield of sapota (achraszapota) and soil nutrients. Irrigation and Drainage Systems Engineering, 3: 116.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 5, Vol. 14, Oct.-Nov. 2020, p. 1639-1649

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۵، جلد ۱۴، آذر - دی ۱۳۹۹، ص. ۱۶۴۹-۱۶۳۹

Investigating Changes inYield and Water Productivity in Different Maize Hybrids (KSC 704 and KSC 410) under Irrigation Management Using Strip Drip and Furrow Irrigation Methods

N. Kouhi[1*], H. Dehghanisanig[2], H. Naghavi[3], E. Kanani[4]
Recived: Jun.22, 2020 Accepted: Aug.09, 2020

Abstract

Correct cultivar choice of corn and provide an efficient irrigation method to save water and increase production per unit area and the optimal use of water resources is very important. This study was carried out to investigating changes in yield and water productivity in different maize hybrids (KSC 704 and KSC 410) under irrigation management using strip drip and furrow Irrigation methods during two years of 2015-2016 in Jopar research station in Kerman province. The experiment was arranged in a split-plot design over randomized complete block design. The results showed that maize hybrids had significant effect on yield and its components at 1% level. The highest grain yield was observed in KSC 704 (13385 kg/ha) compared to KSC 410. The strip drip irrigation method had the highest grain yield (13376 kg/ha) compared to furrow irrigation method. The effect of interaction between irrigation method and maize hybrids showed that the strip drip irrigation method with maize hybrids, KSC 704 recorded higher yield (14128.5 kg/ha.), and an 11% increase in yield compared to maize KSC 410. Also, the lowest amount of irrigation water was 6765 m^3/ha and was observed in KSC 410 under strip drip irrigation method. Strip drip irrigation method reduced water irrigation by 33.5% and 36.25% in KSC 704 and KSC 410 treatments, respectively. Also, the water productivity in the strip drip irrigation and farrow irrigation method was equal 1.84 and 0.98 kg/m^3 under water storage condition. To increase water productivity and reduce irrigation water, farmers can have benefit from drip irrigation due to the profitability of this irrigation method.

Keywords: Applied water, Distribution uniformity, Economic analysis, Reduction of irrigation water

1- Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran
2- Associate Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Alborz, Iran
3- Assistant Professor, Soil and Water, Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran
4- Ph.D. Student, Department of Irrigation and Drainage, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran
(*- Corresponding Author Email: nakch71@yahoo.com)