نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره 4، جلد 10، مهر - آبان 1395، ص. 519-508

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 10, Sept.-Oct. 2016, p. 508-519

بررسی و مقایسه بهره‌وری آب در کشت نشایی و مستقیم ذرت در رژیم‌های مختلف آبیاری

اردلان ذوالفقاران[1]، امین علیزاده[2*]، سعید خاوری[3]، محمد بنایان[4]، حسین انصاری[5]

تاریخ دریافت: 1395/4/12 تاریخ پذیرش: 1395/8/5

چکیده

به منظور بررسی عملکرد، حجم آب مصرفی و بهره‌وری مصرف آب در کشت نشایی و کشت مستقیم ذرت فوق شیرین (رقم Basin) آزمایشی در اراضی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی در سال زراعی 93-94 به صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار به اجرا در آمد. در این آزمایش کرت‌های اصلی شامل سه سطح تامین آب آبیاری (75، 100 و 125 درصد نیاز آبی) و کرت‌های فرعی شامل: 1- کشت نشاء 20 روزه 2- کشت نشاء 30 روزه و 3- کشت مستقیم بود. نتایج نشان داد که در کشت بهاره (نوبت اول)، بیش‌ترین بهره‌وری آب برای عملکرد بلال در تیمارهای کشت نشایی و پس از آن در تیمار کشت مستقیم حاصل شد و اختلاف آن‌ها در سطح 1 درصد معنی‌دار بود. عملکرد بلال و عملکرد دانه در تیمارهای کشت نشایی 20 روزه و 30 روزه بیشتر از تیمار کشت مستقیم بود و اختلاف آن‌ها در سطح 1 درصد معنی‌دار شد. همچنین نتایج نشان داد که بین حجم آب مصرفی تیمارهای کشت نشایی با کشت مستقیم تفاوت معنی‌دار وجود دارد و کشت نشایی سبب صرفه‌جویی در حجم آب مصرفی خواهد شد. با این وجود به نظر می‌رسد بهتر است از نظر اقتصادی کشت نشایی نسبت به کشت مستقیم، مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری مصرف آب، ذرت فوق شیرین، خراسان رضوی، کشت مستقیم، کشت نشایی

مقدمه

کشت نشایی ذرت در کشور کره بسیار رایج می‌باشد، از کشت نشایی در سایر نقاط دنیا همانند شمال ویتنام و قسمت‌هایی از شمال هند نیز گزارشاتی وجود دارد (Khehra et al., 1990). نشاکاری نقش موثری در بهبود استفاده از نهاده‌هایی مانند بذر و کود در واحد سطح دارد. هم‌چنین کاهش دوره رشد یا کم‌تر شدن زمان تولید گیاه در مزرعه می تواند موجب افزایش کارایی استفاده از نهاده‌هایی مانند آب و در نتیجه کاهش هزینه‌های تولید شود. افزایش کارایی در واحد سطح کشت، رسیدن به تراکم مطلوب، کنترل موثرتر آفات، بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز از دیگر مزایای نشاکاری است (Wien., 1997). بالاتر بودن درصد جوانه‌زنی و سبز شدن به دلیل شرایط بهینه محیطی، امکان دو نوبت کشت، کاشت گیاه در زمین حتی در شرایط نامساعد آب و هوایی و افزایش عملکرد و یکنواختی بیش‌تر در محصول و... از دیگر مزایای کشت گیاهان به روش نشاکاری می‌باشد (Vantine and Verlinden., 2003). با توجه به کمبود منابع آب در ایران، کشت ذرت علوفه‌ای در اکثر نقاط کشور از جمله خراسان رضوی در تابستان به عنوان کشت دوم رواج یافته است به نحوی که پس از قطع آخرین آبیاری مزارع گندم و جو، بلافاصله کشت ذرت علوفه‌ای انجام می‌شود و بدین ترتیب فصل رشد آن کوتاه می‌باشد (نور محمدی، 1379). امکان کشت ذرت به طریق نشایی می تواند راهی برای طولانی‌تر نمودن فصل رشدی و نیز صرفه‌جویی در مصرف آب تلقی شود. نشاکاری ذرت می‌تواند گیاه را به بالاترین سطح بازدهی و نیز بیش‌ترین عملکرد برساند به ویژه زمانی که گیاه در مرحله سبز شدن و استقرار در معرض خسارت پرندگان می‌باشد این روش کارایی موثرتری از خود نشان می‌دهد (Fanadzo et al., 2010, Oswald et al., 2001). نتایج غیاث آبادی و همکاران (1393) نشان داد که تیمار نشای سه هفته‌ای ذرت در تاریخ کاشت اول، دارای بیش‌ترین مقدار شاخص سطح برگ، بالاترین سرعت رشد محصول و در نتیجه بالاترین عملکرد علوفه‌تر و خشک را دارد. ها و ونگ (Hu and Wang., 1992) انتخاب روش مناسب کاشت ذرت شیرین به منظور صرفه‌جویی در مصرف آب و مقایسه روش‌های

1- دانشجوی دکتری مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
2- استاد گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
3- استادیار پژوهش مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی
4- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
5- دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: alizadeh@um.ac.ir

کشت روی پشته و کف فارو از جنبه فراهمی رطوبت برای گیاه، مدیریت مطلوب علف‌های هرز و افزایش راندمان مصرف آب و عناصر غذایی اهمیت ویژه‌ای داشته و می‌تواند منجر به توسعه کشت و افزایش کمی و کیفی محصول گردد. امام و رنجبر (1379) به منظور بررسی کمبود آب بر عملکرد ذرت و دیگر صفات وابسته به عملکرد، اثر سه سطح آبیاری معادل 75، 100 و 125 درصد نیاز آبی را بررسی کردند. نتایج حاصل از مطالعه آن‌ها نشان داد که کم آبیاری، باعث کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و وزن کل گیاه ذرت می‌شود. کاهش وزن دانه در شرایط کمبود آب بعد از گرده افشانی، به شکل عمده به دلیل کاهش دوره پر شدن دانه است و به‌همین دلیل تنش‌هایی که پس از کاکل‌دهی به وقوع می‌پیوندد باعث کوچک شدن دانه‌ها می‌شود (ساجدی و همکاران، 1388، مساوات و همکاران 1381). تنش کمبود آب در دوره پر شدن دانه از طریق کاهش وزن دانه‌ها عملکرد را کاهش می‌دهد (Panday et al., 2000 and Westgate., 1994). از آن جا که تعداد نهایی دانه در بلال در موقع گرده افشانی تعیین می‌شود، تاخیر در ظهور کاکل (افزایش دوره ASI) و یا سقط جنین در اثر کمبود و ناکافی بودن مواد فتوسنتزی برای رشد همه سلول‌های جنینی، اثر منفی بر تعداد دانه در بلال دارد (ساجدی و همکاران، 1388). کمبود آب در مرحله پر شدن دانه از اهمیت بالایی برخوردار است و می‌تواند سبب کاهش شدید عملکرد از طریق کاهش وزن دانه شود. کاهش عمق دانه سبب کاهش عملکرد دانه می‌گردد (شعاع حسینی و همکاران، 1387). بنا به نظر وستگیت تفاوتی در شاخص برداشت گیاه ذرت در رژیم‌های مختلف آبیاری مشاهده نمی‌شود (Westgate., 1994). در مدیریت نوین گیاهان زراعی، شاخص برداشت یک هیبرید معین صفت ثابتی است که حتی در شرایط تنش تغییر اندکی می‌کند (غدیری و مجیدیان، 1382).

سینگ و سینکا گزارش کرد که کارآیی مصرف آب از خصوصیات مهم فیزیولوژیک گیاه در رابطه با توانایی در مقابله با کمبود آب است. کارآیی مصرف آب عبارت از مقدار ماده خشک گیاهی تولید شده به ازای مقدار آب مصرفی است (Sing and Sinka., 1997). گزارش‌ها متفاوتی در مورد اثر خشکی و کم آبیاری بر کارایی مصرف آب وجود دارد و کاهش (Nissanka et al., 1997, Oktem et al., 2003, Al-Kaisi and Xinhua., 2003) و افزایش (امام و رنجبر، 1379؛ رضایی سوخت آبندانی و همکاران، 1387) کارایی مصرف آب در اثر کم آبی گزارش شده است. کنگ و همکاران اعلام کردند که تغییرات عملکرد دانه ذرت و کارایی مصرف آب در سطوح مختلف آبیاری، بستگی به میزان آب قابل استفاده در خاک دارد (Kang et al., 2002). نیسانکا و همکاران اظهار نمودند که کاهش کارآیی مصرف آب در شرایط تنش رطوبتی، ناشی از کاهش بیش‌تر فتوسنتز در مقایسه با تنفس گیاه می‌باشد (Nissanka et al., 1997). این محققین دلیل این امر را وارد آمدن خسارت به مزوفیل برگ در اثر تنش رطوبتی اعلام کردند. هوول و همکاران اشاره کردند که مصرف آب ذرت بین مقادیر 465 تا 802 میلی متر و حداکثر راندمان مصرف آب بین 1/65 تا 1/65 کیلوگرم در متر مکعب در شرایط آبیاری کامل و بدون تنش حاصل می شود. میلانی و نیشابوری (1378) بهترین زمان آبیاری ذرت را پس از تخلیه 50 درصد آب قابل استفاده ناحیه ریشه اعلام نمودند. آن ها افزایشی معادل 50 درصد در کارآیی مصرف آب و 5 تن در هکتار در عملکرد تر دانه را نسبت به آبیاری به میزان 447 میلی متر را که عرف زارعین در منطقه بود، با این روش به دست آوردند (Howell et al., 1998). غدیری و مجیدیان (1382)، نشان دادند که در ذرت دانه ای، تنش خشکی، کارایی مصرف آب را افزایش می‌دهد. آلن و ماسیک افزایش کارایی مصرف آب را در نتیجه اعمال تنش خشکی گزارش کرده اند. آن‌ها علت این امر را دلایل متعددی از جمله به هدر رفت آب از طریق تبخیر و تعرق و نفوذ عمقی بیش‌تر در تیمار آبیاری کامل اعلام کردند (Allen and Musik, 1993). الهندوی و همکاران (El- Hendawy et al., 2008) اثر تامین 60، 80 و 100 درصد تامین نیاز آبی و تراکم های کاشت مختلف را بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت بررسی کردند. نتایج نشان داد که عملکرد و کارایی مصرف آب با افزایش تراکم و کاهش مصرف آب، کاهش یافت. امام و رنجبر (1379) در بررسی تاثیر تراکم بوته و تنش خشکی در مرحله رشد رویشی برعملکرد، اجزای عملکرد و کارآیی استفاده از آب در ذرت دانه ای نتیجه گرفتند که تنش خشکی وزن ماده خشک، پوشش بلال و قطر بلال را به صورت معنی داری کاهش داد و باعث کاهش عملکرد نهایی دانه در واحد سطح شد. ترائور و همکاران نتیجه گرفتند که تنش کم آبی در اوایل پر شدن دانه، تجمع ماده خشک در دانه‌ها را بیش‌تر از هر اندام دیگری کاهش می‌دهد (Traore et al., 2000). هدف از این پژوهش مقایسه حجم آب مصرفی،کارایی مصرف آب و عملکرد و اجزای عملکرد در کشت نشایی و مستقیم ذرت در منطقه مشهد و دستیابی به سطح آبیاری مناسب در کشت ذرت فوق شیرین است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در اراضی زراعی ایستگاه تحقیقاتی طرق وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های خراسان رضوی در سال زراعی 93-94 اجرا شد. در این آزمایش کرت‌های اصلی شامل سه سطح تامین آب آبیاری (75، 100 و125 درصد نیاز آبی) و کرت‌های فرعی شامل: 1- کشت نشا 20 روزه 2- کشت نشا 30 روزه و 3- کشت مستقیم ذرت بود. از رقم فوق شیرین Basin برای کشت ذرت استفاده شد. نشاهای 20 روزه و 30 روزه به تعداد لازم در داخل سینی‌های نشا با نسبت-

های معینی از کوکوپیت، پرلیت و ورمی کمپوست در گلخانه دانشگاه فردوسی مشهد، تهیه شد. کشت بذرها در مزرعه همزمان با انتقال نشاها به مزرعه بود. ابعاد زمین آزمایش 40×30 متر و هر کرت شامل 4 خط کاشت با فاصله ردیف‌های 75 سانتی‌متری به طول 8 متر با تراکم 76000 بوته در هکتار بود. در طول فصل رشد عملیات زراعی لازم در زمان مناسب انجام شد. کلیه خواص فیزیکی و شیمیایی مورد نیاز از جمله: آنیون و کاتیون‌های خاک، بافت خاک، وزن مخصوص ظاهری، رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی (FC)، رطوبت در نقطه پژمردگی دائم (PWP)، شوری عصاره اشباع (EC) و اسدیته (pH) خاک پس از تهیه نمونه خاک از اعماق مختلف اندازه‌گیری شد (جدول 1). شوری آب آبیاری 1/08 دسی‌زیمنس بر متر بدست آمد. به منظور اطمینان از توزیع دقیق و یکنواخت آب در بین تیمارهای آبیاری، عملیات آبیاری با استفاده از نوارهای تیپ انجام گردید. میزان رطوبت موجود در خاک هر روز توسط رطوبت سنج (TDR) که میله‌های آن به صورت عمودی در خاک قرار گرفته بودند، اندازه‌گیری شد. حجم آب لازم پس از محاسبه، با استفاده از کنتور حجمی به تیمارها داده شد. عملیات آبیاری مطابق با تیمارهای تحقیق و بر اساس تامین کسری رطوبت خاک تا نقطه ظرفیت زراعی و عمق توسعه ریشه انجام گردید (جدول 2).

جدول 1- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزما یش

عمق خاک (سانتی‌متر)	بافت خاک	چگالی ظاهری (g/cm3)	درصد رطوبت حجمی در F.C	درصد رطوبت حجمی در P.W.P	pH	EC (dS/m)
0–20	سیلتی لوم	1/41	27/99	12/20	8/0	1/74
20-40	سیلتی لوم	1/51	27/90	12/70	8/0	1/78
40-60	لوم	1/45	26/92	13/30	8/1	1/78
60-80	لوم	1/42	23/71	9/80	8/2	1/78

در زمان برداشت، پس از حذف دو ردیف کناری و حذف 0/5 متر حاشیه ابتدایی، بوته‌های دو ردیف وسط در 5 متر طول هر کرت شمارش شد و تعداد بلال در هر بوته معلوم گردید. با کف بر کردن آن‌ها، عملکرد بیولوژیک (وزن بلال و علوفه تر) و عملکرد بلال توزین و ثبت شد. به صورت تصادفی از 10 بلال هر کرت، اجزای عملکرد شامل طول بلال، قطر بلال، تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف دانه اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد دانه قابل کنسرو، ابتدا این 10 نمونه توزین و سپس دانه‌ها از سطح چوب برش داده شد و جهت تعیین درصد دانه قابل کنسرو توزین شدند. همچنین درصد رطوبت دانه (براساس تعیین وزن تر و خشک نمونه‌ها) در هر کرت آزمایشی تعیین و براساس 70 درصد رطوبت دانه، عملکرد بلال تصحیح گردید. در نهایت داده‌ها و اطلاعات جمع آوری شده توسط نرم SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج و بحث

شاخص‌های عملکرد

برای تیمارهای سطح آب آبیاری و نوع کشت (نشایی و کشت مستقیم) نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های عملکرد (بلال، دانه قابل کنسرو و کل) و اجزا عملکرد در جدول 3 آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد صفات مورد بررسی عملکرد تحت تاثیر تیمار سطوح آب آبیاری و نوع کشت اختلاف معنی‌داری در سطح 1 درصد دارند. ولی اثر متقابل سطح آب آبیاری و نوع کشت اختلاف معنی‌داری ندارد.

شکل‌های 1 و 2 به ترتیب مقایسه میانگین‌های اثر سطوح آب آبیاری و اثر نوع کشت را برای عملکرد بلال، عملکرد دانه و عملکرد کل نشان می‌دهند. تیمارهای سطح آب آبیاری و نوع کشت در دو گروه متقاوت آماری قرار دارند. همان‌طور که در تمامی شاخص‌های عملکرد در شکل 1 مشاهده می‌شود اختلاف بین شاخص‌های عملکرد در تیمارهای 100 و 125 درصد با تیمار 75 درصد تامین نیاز آبی معنی‌دار است. که با نتایج اسبرن و همکاران (Osborne et al., 2002) و شعاع حسینی و همکاران (1387) مطابقت دارد. بیش‌ترین عملکرد بلال در تیمارهای 100 و 125 درصد به ترتیب با 12/1و 11/6 تن در هکتار و کم‌ترین عملکرد در تیمار 75 درصد نیاز آبی به میزان 10/1 تن در هکتار بدست آمد. یکی از دلایل بهتر بودن عملکرد بلال و عملکرد کل در تیمار سطح آبیاری 100 درصد نسبت به تیمار 125 درصد، این است که در تیمار 125 درصد نیاز آبی سبب شسته شدن کود از ناحیه توسعه ریشه شده است.

در تمامی نمودارهای شکل 2 اختلاف معنی‌داری بین شاخص-های عملکرد در تیمارهای کشت نشایی 20 و 30 روزه با تیمار کشت مستقیم مشاهده می‌شود. غیاث آبادی و هکاران (1393) نیز گزارش کردند که تیمار نشایی سه هفته‌ای بالاترین عملکرد علوفه‌تر و خشک را دارا است. بیش‌ترین عملکرد بلال در تیمارهای کشت نشایی 20 و 30 روزه به ترتیب با 12/2و 12/1 تن در هکتار و کم‌ترین در تیمار کشت مستقیم به میزان 9/5 تن در هکتار بدست آمد.

جدول 2- زمان و عمق آب آبیاری مورد استفاده در تیمارهای طرح (میلی‌متر)

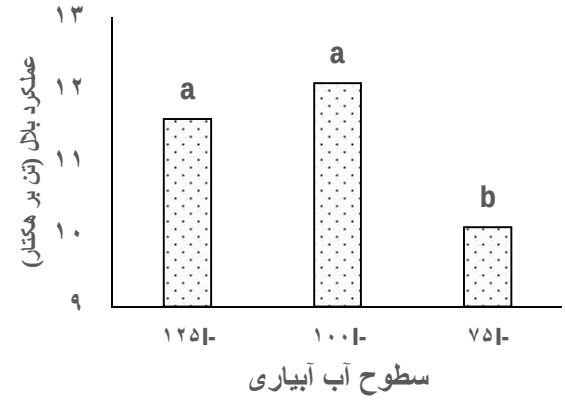
تاریخ آبیاری	روز بعد کاشت در مزرعه	سطح75%			سطح100%			سطح125%		
		30 روزه	20 روزه	مستقیم	30 روزه	20 روزه	مستقیم	30 روزه	20 روزه	مستقیم
9/1/94		4			4			4		
19/1/94		4	5		4	5		4	5	
29/1/94		4	5		4	5		4	5	
8/2/94	1	13	13	19	17	17	25	22	22	32
9/2/94	3	11	11		15	15		19	19	
11/2/92	9	7	8	18	9	10	24	16	18	30
17/2/92	12	10	11	8	13	14	10	17	19	13
20/2/92	15	10	11	7	14	15	9	17	19	12
23/2/92	19	11	12	9	15	16	12	19	20	14
27/2/92	25	16	16	12	21	21	16	26	26	20
2/3/94	29	18	20	13	24	27	17	30	33	22
6/3/94	33	18	20	13	24	27	18	30	34	22
10/3/94	36	21	22	17	28	29	23	35	36	29
13/3/94	41	22	22	19	29	29	25	36	36	32
18/3/94	47	24	23	23	32	30	31	41	38	39
24/3/94	53	23	23	24	31	30	32	39	38	41
30/3/94	57	21	20	23	28	27	31	35	33	39
3/4/94	60	20	20	22	26	26	29	33	33	36
6/4/94	63	16	15	19	22	20	25	27	25	32
9/4/94	67	14	13	18	19	17	24	24	22	30
13/4/94	70	14	12	17	18	16	23	23	20	29
16/4/94	74	13	12	18	17	16	24	21	20	30
20/4/94	80			17			23			29
مجموع		303	303	319	403	404	425	510	510	532

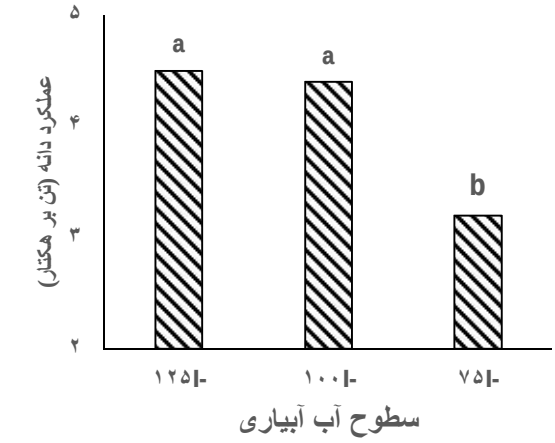
جدول 3- تجزیه واریانس عملکرد دانه و صفات وابسته

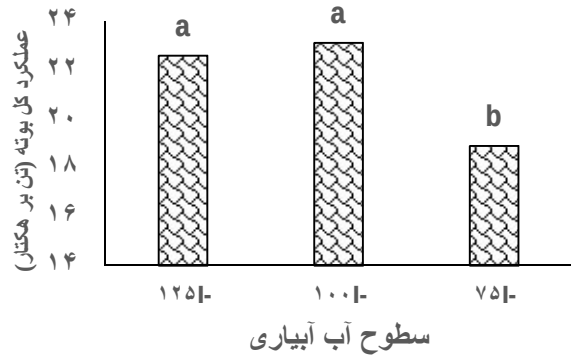
منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)		
		عملکرد بلال	عملکرد دانه	عملکرد کل
تکرار	3	^{ns}724,5	**444,4	**757,24
سطح آبیاری	2	*835,13	**987,5	**834,62
خطای 1	6	655,5	210,0	997,22
نوع کشت	2	**125,28	**230,11	**473,66
سطح ×کشت	4	^{ns}871,0	^{ns}246,0	^{ns}903,5
خطای 2	18	117,3	647,0	303,16
کل	35	-	-	-

عملکرد دانه در تیمارهای کشت نشایی 30 و 20 روزه بـه ترتیـب با 4/8 و 4/5 تن در هکتار بیش‌ترین و در تیمـار کشـت مسـتقیم بـه میزان 4/3 تن در هکتار کم‌ترین مقدار بود. بیش‌ترین عملکرد کل در تیمارهای کشت نشایی 20 و 30 روزه به ترتیب با 24 و 21/3 تـن در هکتار و کم‌ترین در تیمار کشت مستقیم به میزان 19/3 تن در هکتار بدست آمد.

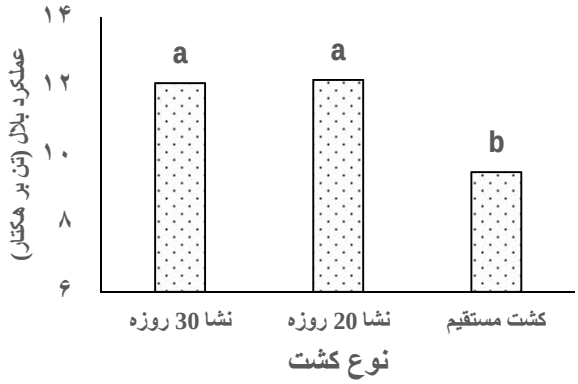
به نظر می‌رسد که علت بهتر بودن عملکرد بلال و عملکـرد کـل در تیمار نشا 20 روزه نسبت به تیمار نشا 30 روزه این اسـت کـه بـذر گیاه ذرت در شرایط مطلوب و کنترل شده گلخانه بسـیار سـریع رشـد است و اگر بیش‌تر از 20 روز در گلخانه نگهداری شـود بـا محـدودیت رشد مواجه خواهد شد.

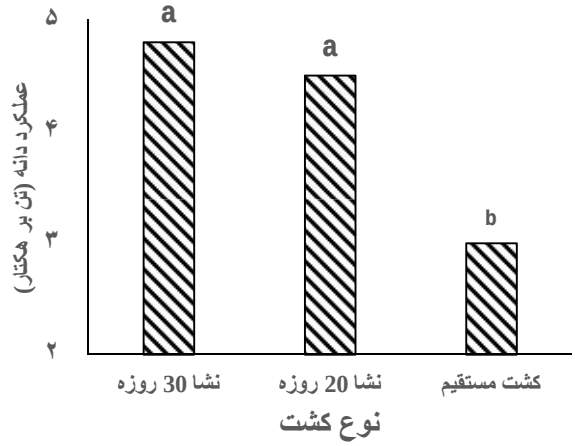


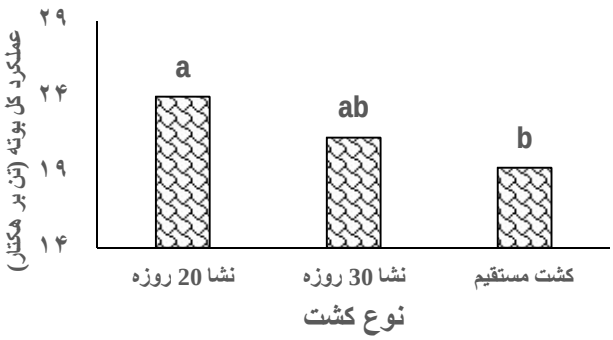




شکل 1- اثر سطوح آبیاری بر شاخص‌های عملکرد







شکل 2- اثر نوع کشت بر شاخص‌های عملکرد

مقایسه اثر متقابل میانگین شاخص‌های عملکرد سطح آب آبیاری در نوع کشت در جدول 4 نشـان داده شـده اسـت. در بررسـی اثـرات

متقابل مشاهده می‌شود که تیمار نشا 30 روزه در سطح آبیاری 100 درصد (I100-t3) بیش‌ترین عملکرد بلال را به میزان 13/55 تن در هکتار داشته و کم‌ترین عملکرد بلال در تیمار کشت مستقیم با سطح آبیاری 75 درصد (I75-t1)، به میزان 8/6 تن در هکتار دیده می‌شود. در مقایسه اثر متقابل عملکرد بلال، تیمارهای سطح آبیاری و نوع کشت در 3 گروه متفاوت آماری قرار دارند. بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار کشت نشای 30 روزه در سطح آبیاری 100 درصد به میزان 5/44 تن در هکتار و کم‌ترین عملکرد بلال در تیمار کشت مستقیم با سطح آبیاری 75 درصد، به میزان 2/13 تن در هکتار بود. تیمار 20 روزه نشایی در سطح آبیاری 100 درصد بیش‌ترین عملکرد کل را به میزان 24/22 تن در هکتار دارا بود و کم‌ترین عملکرد کل در تیمار کشت مستقیم با سطح آبیاری 75 درصد، به میزان 17/07 تن در هکتار مشاهده شد.

جدول 4- عملکرد بلال، دانه و کل ذرت فوق شیرین در تیمارهای اثر متقابل سطوح آبیاری در نوع کشت

تیمار	عملکرد بلال (تن در هکتار)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	عملکرد کل (تن در هکتار)
I75-t1*	^{c**}8/61	^{f}2/13	^{c}17/07
I75-t2	^{abc}10/98	^{bcde}3/97	^{abc}21/09
I75-t3	^{abc}10/65	^{cde}3/88	^{bc}18/84
I100-t1	^{bc}9/93	^{e}3/33	^{abc}19/84
I100-t2	^{a}12/95	^{abcd}4/69	^{a}25/81
I100-t3	^{a}13/55	^{a}5/44	^{ab}24/22
I125-t1	^{bc}10/01	^{de}3/55	^{abc}21/11
I125-t2	^{ab}12/75	^{abc}4/90	^{ab}25/32
I125-t3	^{ab}12/12	^{ab}5/18	^{abc}20/96
میانگین کل	11/28	4/11	4/84

* هر تیمار با دو مشخصه I (سطح آبیاری) در t (نوع کشت) معرفی شده است.

** در هر ستون میانگین‌ها دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

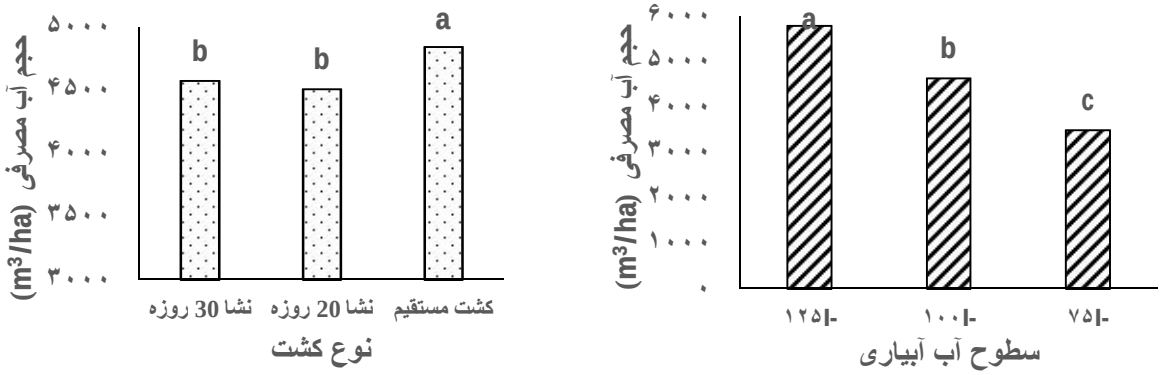
مقدار آب مصرفی

نتایج تجزیه واریانس در جدول 5 نشان داده شده است، همان‌طور که مشاهده می‌شود، اختلاف حجم آب مصرفی در تیمارهای اثر سطوح آب و نوع کشت در سطح 1 درصد معنی‌دار است ولی اثر متقابل سطح آب آبیاری در نوع کشت معنی‌دار نیست. نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل 3) نشان می‌دهد که اختلاف حجم آب مصرفی در سطوح آب آبیاری معنی‌دار شده و در سه گروه متفاوت آماری قرار دارند. در مقایسه بین روش‌های کشت، حجم آب مصرفی تیمارهای کشت نشایی با حجم آب مصرفی در کشت مستقیم تفاوت معنی‌دار دارد.

فنادزو و همکاران (Fanadzo et al., 2010) و اسوالد و همکاران (Oswald et al., 2001) امکان صرفه‌جویی در مصرف آب را در کشت نشایی گزارش کردند. حجم آب مصرفی در کشت مستقیم 4253 متر مکعب و در کشت نشایی 30 روزه و 20 روزه به ترتیب 4055 و 4053 متر مکعب مشاهده شد. اختلاف حجم آب مصرفی بین تیمارهای کشت نشایی 20 و 30 روزه معنی‌دار نبود.

جدول 5- تجزیه واریانس حجم آب مصرفی و بهره وری مصرف آب در شاخص‌های عملکرد ذرت

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)			
		حجم آب مصرفی	بهره وری آب در بلال	بهره وری آب در دانه	بهره وری آب در کل بوته
تکرار	3	**499218/4	*1/097	**0/535	*4/731
سطح آبیاری	2	**13140000	**3/366	*0/176	**10/130
خطای 1	6	10728/8	0/372	0/028	1/620
نوع کشت	2	**158683/1	**2/599	**0/916	*6/503
سطح xکشت	4	**1251/6	^{ns}0/087	^{ns}0/047	^{ns}0/378
خطای 2	18	43/8	0/280	0/041	1/464
کل	35	-	-	-	-



شکل 3- مقایسه میانگین آب مصرف شده در تیمارهای سطوح آب و نوع کشت

مقایسه میانگین‌های حجم آب مصرفی در تیمارهای اثر متقابل سطوح آب آبیاری در نوع کشت در جدول 6 آورده شده است. مقادیر حجم آب مصرفی در شش گروه آماری قرار دارند. تیمار نشا 20 روزه در سطح 75 درصد آبیاری با 3026 مترمکعب در هکتار کم‌ترین حجم آب مصرفی داشته است و تیمار کشت مستقیم با سطح 125 درصد آب آبیاری بیش‌ترین حجم آب مصرفی (5317 متر مکعب در هکتار) را نشان داد.

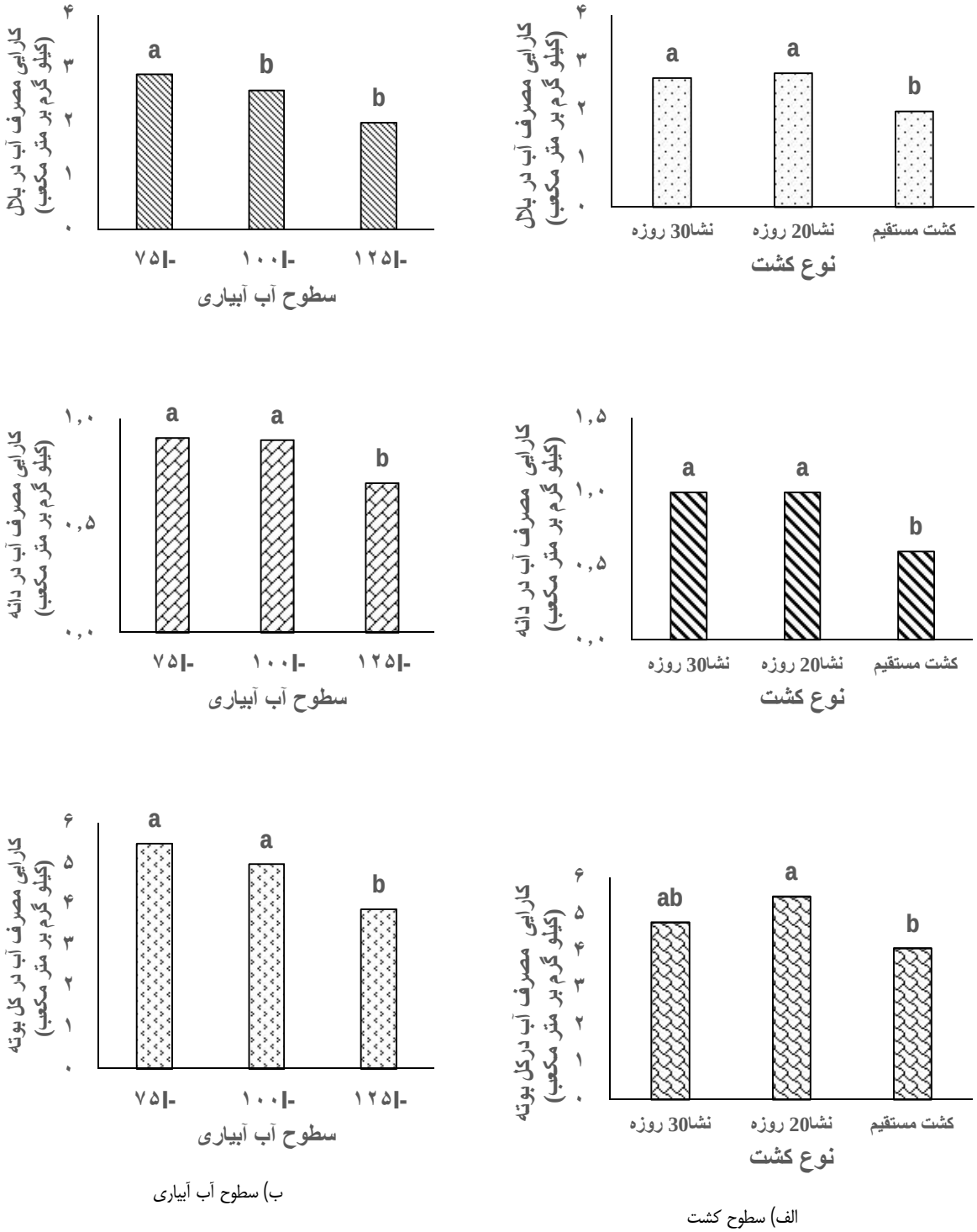
جدول 6- مقایسه میانگین‌های حجم آب مصرفی (متر مکعب در هکتار) در تیمارهای اثر متقابل سطوح آب آبیاری در نوع کشت

تیمار	گروه‌های آماری در سطح 5 درصد					
	1	2	3	4	5	6
I75-t2	3026					
I75-t3	3027					
I75-t1		3190				
I100-t2			4034			
I100-t3			4036			
I100-t1				4254		
I125-t2					5101	
I125-t3					5103	
I125-t1						5317
سطح معنی‌داری	0/36	1/0	0/25	1/0	0/17	1/0

بهره‌وری مصرف آب

نتایج جدول 5 نشان می‌دهد که بهره‌وری مصرف آب (مقدار محصول تولید شده به ازای واحد آب مصرف شده و بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب) در عملکرد بلال، عملکرد دانه و عملکرد کل بوته در سطح 1 درصد در تیمار سطوح آب و نوع کشت با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند. و اثر متقابل سطح آبیاری در نوع کشت معنی‌دار نیست. نتایج مقایسه میانگین‌ها در تیمار نوع کشت نشان می‌دهد که بین بهره‌وری کشت نشایی با کشت مستقیم تفاوت معنی‌دار وجود دارد (شکل 4- الف). بهره‌وری آب برای عملکرد دانه در تیمارهای کشت نشایی 30 و 20 روزه به ترتیب با 08/1 و 05/1 کیلوگرم بر متر مکعب و کم‌ترین آن در تیمار کشت مستقیم به میزان 62/0 کیلوگرم بر متر مکعب بدست آمد. بهره‌وری آب برای شاخص‌های عملکرد در تیمار تنش آبی (75 درصد نیاز آب آبیاری) بیش‌تر از تیمارهای بدون تنش آبی (100 و 125 درصد نیاز آبی) بدست آمد (شکل 4- ب). گزارش‌های متفاوتی در مورد اثر خشکی و کم آبیاری بر کارایی مصرف آب وجود دارد و به‌طوری‌که هم کاهش کارایی مصرف آب در

اثر کم آبی (Nissanka et al., 1997, Oktem et al., 2003, Al-Kaisi and Xinhua., 2003) و هم افزایش کارایی مصـرف آب در اثر کم آبی (امام و رنجبر، 1379؛ رضایی سوخت آبندانی و همکـاران، 1387) گزارش شده است.



شکل 4- مقایسه میانگین بهره‌وری مصرف آب در الف) تیمارهای نوع کشت ب) سطوح آب آبیاری

اثر متقابل میانگین بهره‌وری مصرف آب برای سطوح آب آبیـاری و نوع کشت در جدول 7 نشان داده شده است. بـیش‌تـرین بهـره‌وری

مصرف آب در تیمار کشت نشایی 20 روزه در سطح آبیاری 75 درصد به میزان 3/28 کیلوگرم بر متر مکعب و کم‌ترین بهره‌وری مصرف آب در تیمار کشت مستقیم در سطح آبیاری 125 درصد به مقدار 1/66 کیلوگرم بر متر مکعب مشاهده شد. هاول و همکاران (Howell et al., 1998) کارایی مصرف آب را بین 1/5 تا 1/75 کیلوگرم در متر مکعب در شرایط آبیاری کامل و بدون تنش گزارش داده‌اند.

جدول 7–بهره وری مصرف آب در شاخص‌های عملکرد در تیمارهای اثر متقابل سطوح آب آبیاری در نوع کشت

تیمار	بهره‌وری مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)		
	بلال	دانه	کل
I75-t1*	bcde **2/7	e0/7	abcd5/4
I75-t2	a3/7	ab1/3	a7/0
I75-t3	ab3/5	abc1/3	ab6/3
I100-t1	e2/3	de0/8	bcd4/7
I100-t2	abcd3/2	abc1/2	ab6/3
I100-t3	abc3/4	a1/4	abc6/0
I125-t1	e1/9	e0/7	d4/0
I125-t2	cde2/5	cde1/0	abcd5/1
I125-t3	de2/4	bcd1/0	cd4/2
میانگین کل	2/8	1/0	5/4

* هر تیمار با دو مشخصه I (سطح آبیاری) در t (نوع کشت) معرفی شده است.

** در هر ستون میانگین‌ها دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

بهره‌وری مصرف آب آبیاری تیمارهای سطوح آب آبیاری و نوع کشت برای وزن ماده خشک بوته (ذی‌توده) در شکل 5 نشان داده شده است. همان‌طور که در این شکل مشاهده می‌شود، بهره‌وری مصرف آب برای وزن ماده خشک بوته در تیمار 75 درصد بیش‌تر از تیمارهای 100 و 125 درصد آب آبیاری است. کم‌ترین میزان بهره‌وری مصرف آب در تیمار 75 درصد آبیاری به مقدار 0/05 و بیش‌ترین مقدار برابر 2/5 کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد. نتایج تیمارهای روش کشت نشان می‌دهد که بهره‌وری مصرف آب در کشت‌های نشایی از کشت مستقیم بالاتر است. به‌طوری‌که در تیمار کشت نشایی 20 روزه کم‌ترین میزان بهره‌وری مصرف آب 0/05 و بیش‌ترین مقدار 2/4 کیلوگرم بر متر مکعب برای وزن ماده خشک بوته بدست آمد. امام و رنجبر (1379) در بررسی کارآیی استفاده از آب در ذرت دانه ای نتیجه گرفتند که تنش خشکی، وزن ماده خشک را به صورت معنی داری کاهش داده است و ترائور و همکاران (Traore et al., 2000) گزارش کردند که تنش کم آبی در اوایل پر شدن دانه، تجمع ماده خشک در دانه‌ها را بیش‌تر از هر اندام دیگری کاهش می‌دهد.

نتیجه‌گیری

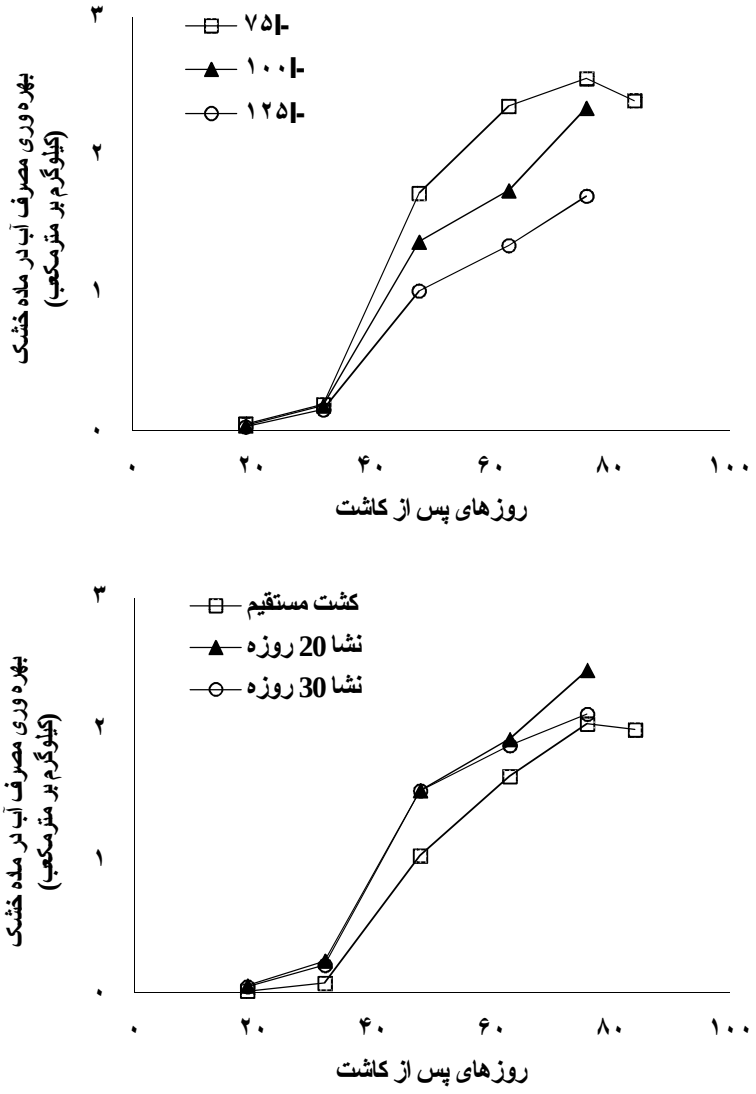
نتایج این آزمایش نشان داد که عملکرد بلال، عملکرد دانه و عملکرد کل بوته در کشت نشایی نسبت به کشت مستقیم افزایش داشت. از طرفی، بهره‌وری مصرف آب در کشت نشایی از کشت مستقیم بهتر بود. بیش‌ترین بهره‌وری مصرف آب در عملکرد دانه و بلال در تیمارهای کشت نشایی و کم‌ترین آن در تیمار کشت مستقیم بود.

هم‌چنین این آزمایش نشان داد که اختلاف حجم آب مصرفی تیمارهای کشت نشایی با کشت مستقیم تفاوت معنی‌دار است. علت صرفه‌جویی آب مصرفی در کشت نشایی به دلیل طولانی شدن فصل رشد در کشت مستقیم بود و یا به عبارتی زودرس بودن نشاها باعث گردید که حداقل دو مدار آبیاری به نشاها، کم‌تر آب داده شود که در مقایسه با آب داده شده به آن‌ها، در گلخانه، بسیار ناچیز بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کشت نشایی ذرت علاوه بر افزایش عملکرد بلال سبب کاهش حجم آب مصرفی نیز خواهد شد و این باعث افزایش بهره‌وری مصرف آب در کشت نشایی شده است.

با وجود این‌که نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که یکی از مزایای کشت نشایی علاوه بر افزایش عملکرد، صرفه‌جویی در حجم آب مصرفی است ولی باید از نظر اقتصادی کشت نشایی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. با توجه به هزینه بالای تولید نشا گیاهان پرتراکم مثل ذرت و هزینه بالای انتقال و کاشت نشا نسبت به کشت مستقیم بذر، مقرون به صرفه بودن کشت نشایی بایستی بررسی گردد. از طرفی در دسترس بودن آب در مزرعه، در هنگام کشت نشاها، باید مورد توجه قرار گیرد که یکی از مشکلات کشت نشایی است در حالی‌که در کشت مستقیم بذر این مشکل وجود ندارد و نیاز به دو نوبت آبیاری پشت سرهم نمی‌باشد.

قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه فردوسی مشهد و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی انجام شد، که بدین وسیله قدردانی و سپاسگزاری می‌گردد.



شکل 5- بهره‌وری مصرف آب آبیاری برای وزن ماده خشک بوته در طول دوره رشد

منابع

امام،ی.، رنجبر،غ.ح.1379 . تاثیر کم آبیاری در زمان رشد رویشی قبل از ظهور گل تاجی بر ویژگی های ظاهری، شاخص برداشت، کارآیی استفاده از آب، عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای هیبرید سینگل کراس 704. مجموعه مقالات کنفرانس ملی بررسی راهکارهای مقابله با کم آبی و خشک‌سالی، 9 و 10 اسفند، کرمان، دانشگاه شهید باهنر. 163-173.

رضایی سوخت آبندانی،ر.، چراتی آرایی،ع.، اکبری نودهی،د.، مبصر،ح.ر.، رمضانی،م. 1387. تاثیر دور آبیاری و کاربرد مقادیر نیتروژن بر عملکرد علوفه خشک و راندمان مصرف آب ذرت سینگل کراس 704 در استان مازندران. مجله یافته‌های نوین کشاورزی. 3 .2: 122-135.

ساجدی،ن.ع.، اردکانی،م.ر.، نادری،ا.، مدنی،ح.، مشهدی،م.، بوجار،ا. 1388. تاثیر تنش کمبود آب و کاربرد عناصر غذایی بر عملکرد، اجزا عملکرد و کارایی مصرف آب در ذرت. مجله پژوهش های زراعی ایران. 7 .2: 493-502.

شعاع حسینی،س.م.، فارسی،م و خاوری خراسانی،س. 1387. بررسی اثرات تنش کمبود آب بر عملکرد و اجزای عملکرد در چند هیبرید ذرت دانه‌ای با استفاده از تجزیه علیت. مجله دانش کشاورزی. 18 .1: 71-85.

غدیری،ح و مجیدیان،م. 1382. تاثیر سطوح نیتروژن و قطع آبیاری در مراحل شیری و خمیری شدن بر عملکرد، اجزای عملکرد و

کـارایی اسـتفاده از آب در ذرت دانـه‌ای. مجلـه علـوم و فنـون کشاورزی و منابع طبیعی. 7 .2: 103-112.

غیاث آبادی،م.، خواجه حسینی،م و محمدآبادی،ع.ا. 1393. بررسی اثـر تاریخ نشاکاری بر شاخص‌های رشد و عملکرد علوفه ذرت (*Zea mays L.*) در منطقه مشهد. پـژوهش‌هـای زراعـی ایـران. 12,1: 137-145.

میلانی،الف.ع و نیشابوری،م.ر. 1378. تاثیر روش‌های مختلـف تعیـین زمان آبیاری بر عملکرد، مصـرف آب و کـارآیی مصـرف آب ذرت دانه‌ای، مجله علوم خاک و آب.1 .5: 75-85.

نور محمدی،س. 1379. گزارش نهایی طرح بررسی تاثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد دانه ذرت بـه عنـوان کشـت دوم، مرکـز تحقیقات کشاورزی لرستان.

Al-Kaisi,M.M and Xinhua,Y. 2003. Effects of nitrogen rate, irrigation rate eand plant population on corn yield and water use efficiency. Agronomy Journal. 95: 1475-1482.

Allen,R.R and Musik,J.T. 1993. Planting date, water management, and maturity length relations for irrigated grain sorghum. ASAE. 36.4:1123-1129

Camacho,R.G and Caraballo,D.F. 1994. Evaluation of morphological characteristics in Venezuelan maize (Zea mays L.) genotypes under drought stress. Scientia Agricola. 51.3:103-111.

El-Hendawy,S.E., El-Lattief,E.A and Urs-Schidhalter,M.S.A. 2008. Irrigation rate and Plant density effects on yield and water use efficiency of drip irrigated corn. Agric. Water Management. 95: 836- 844.

Fanadzo,M., Chiduza,S and Mnkeni,P.N. 2010. Comparative response of direct seeded and transplanted maize to nitrogen fertilization at Zanyokwe Irrigation Scheme, Eastern Cape, South Africa.

Howell,T.A., Tock,J.A., Schneider,A.D and Evett,S.R. 1998. Evapotranspiration, yield and water use efficiency of corn hybrids differing in maturity. Agronomy Journal. 90: 3-9.

Hu,X., Tao,S and Wang,L. 1992. Research on Ridge and Furrow Planting of Proso in Semi arid and Drought inclined Areas. Agricultural research in the arid areas. 104:1010.

Kang,S.Z, Zhang,L., Liang,Y.L., Hu,X.T., Cai,H.J and Gu,B.J. 2002. Effects of limited irrigation on yield and water use efficiency of winter wheat in the Loess Plateau of China. Agricultural Water Management. 55: 203-216.

Khehra,A.S., Brar,H.S., Sharma,R.K., Dhillon,B.S and Malhotra,V.V. 1990. Transplanting maize during the

Nissanka,S.P., Dixon,M.A and Tollenaar,M. 1997. Canopy gas exchange response to moisture stress in old and new maize hybrid. Crop Science. 37: 172 - 181.

Oktem,A., Siesek,M and Oktem,G. 2003. Deficit irrigation effects on sweet corn (Zea mays sooch arata sturt) with drip irrigation system in a semi arid region. I: water-yield relationship. Agricultural Water Management. 61.1:63-74.

Osborne,S.L., Scheppers,J.S., Francis,D.D and Schlemmer,M.R. 2002. Use of spectral radiance to in season biomass and grain yield in nitrogen and water stressed corn. Crop Science. 42: 165-171.

Oswald,A., Ransom,J.K., Kroschel,J and Sauerborn,J. 2001. Transplanting maize (Zea mays) and sorghum (Sorghum bicolor) reduces Striga hermonthica damage. Weed Sciences. 49: 346-353.

Panday,R.K., Marienville,J.W and Adum,A. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effect on maize in a sahelian environment. I. Grain yield components. Agricultural water management. 46: 1-13.

Sing,N.P and Sinka,S.K. 1997. Water use efficiency in crop production. In: Water requirement and irrigation management of crops in India, ed. Water technology center: 289-335. Indian Agricultural Research Institute. New Delhi .

Traore,S.B., Carlson,R.E., Pucher,C.D and Rice,M.E. 2000. Bt and non Bt maize growth and development as affected by temperature and drought stress. Agronomy journal. 92:1027-1035.

Vantine,M and Verlinden,S. 2003. Growing organic vegetable transplants. West verginia university.

Westgate,M.E. 1994. Water statues and development of the maize endosperm and embryo during drought stress. Crop science 34:76-83

Wien,H.C. 1997. The physiology of vegetable Crops Transplanting Department of fruit and Vegetable Science,winter in India. Agronomy Journal. 82: 41-47.

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 10, Sept.-Oct. 2016, p. 508-519

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره 4، جلد 10، مهر - آبان 1395، ص. 519-508

Investigation and Comparison of Water Productivity in Direct and Transplant Seeding of Corn in Different Irrigation Regimes

A. Zolfagharan[1], A. Alizadeh[2*], S. Khavari[3], M. Bannayan[4], H. Ansari[5]

Recived: Jul.02, 2016 Accepted: Oct.26, 2016

Abstract

For study of yield, water consumption and water productivity of direct seeded and transplanted corn (basin) in different irrigation regimes, an experiment was carried out during the 2014-2015 growing season in the Agricultural Research and Education Center of KhorasaneRazavi province using a randomized complete block design with a split plot arrangement and four replications. This experiment was including of three irrigation levels treatments (75%, 100%, and 125% of water requirement) as the main plot and three method of planting treatments (transplanting 20-days, transplanting 30-days and direct seeded) as subplots. The results showed that in spring planting, the most water productivity of corn was achieved from the transplanting treatments with different significant at 1% level to direct seeding treatment. The yield of corn and grain in transplanting 20-days and transplanting 30-days were more than direct seeded (α=1%). The water used in the transplanting and direct seeding treatments have a significant difference. The transplanting method can be cause of water saving, but it is better to be done an economic analysis between direct and transplant seeding.

Keywords: Corn, Irrigation Regimes, Transplant, Water Productivity

1- PhD Student, Water Engineering Department, Ferdowsi University of Mashhad
2- Professor, Water Engineering Department, Ferdowsi University of Mashhad
3- Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center, Mashad
4- Associate Professor, Water Engineering Department, Ferdowsi University of Mashhad
5- Associate Professor, Water Engineering Department, Ferdowsi University of Mashhad
(*- Corresponding Author Email: alizadeh@ um.ac.ir)