نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۳، ص. ۲۸-۱۵

Water Management in Agriculture
Vol. 11, No. 1 Spring and Summer 2024, 15-28

مقاله علمی-پژوهشی

تأثیر کشت بهاره و تابستانه بر بهره‌وری آب و عملکرد ذرت نشایی

اردلان ذوالفقاران[1*]

چکیده

نشاکاری باعث کاهش خطر سرمازدگی و کم‌تر شدن زمان تولید گیاه در مزرعه می‌گردد و امکان دو نوبت کشت وجود دارد. تحقیق و بررسی در زمینه تعیین بهره‌وری آب، مخصوصاً در کشت های نشایی که به‌عنوان یک راهکار افزایش بهره‌وری در مناطق خشک معرفی می‌شوند، از اهمیت خاصی برخوردار است. به همین منظور آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در دو نوبت کشت بهاره و تابستانه بر روی ذرت نشایی و مستقیم (بذری) به اجرا درآمد. در این آزمایش کرت‌های اصلی شامل سه سطح تأمین آب آبیاری (۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز کامل آبی) و کرت‌های فرعی شامل: کشت نشایی و مستقیم ذرت بود. نتایج نشان داد که در کشت بهاره، عملکرد و بهره‌وری آب در تیمار کشت نشایی از تیمار کشت مستقیم بیشتر بود ولی در کشت تابستانه تفاوت معنی‌داری بین عملکرد و بهره‌وری آب در کشت نشایی و مستقیم مشاهده نشد. هم در کشت بهاره و هم در کشت تابستانه، اختلاف عملکرد در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد تأمین نیاز آبی با یکدیگر معنی‌دار نبود ولی با تیمار ۷۵ درصد معنی‌دار شد. لذا بهترین میزان عملکرد ذرت تحت تأثیر تیمار سطح آبیاری در تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی حاصل می‌گردد. در مجموع می‌توان توصیه نمود که اگر هدف اصلی در کشت ذرت نشایی، افزایش عملکرد و بهره‌وری آب است، با کشت ذرت بهاره می‌توان به این هدف دست پیدا کرد ولی در کشت تابستانه عملکرد و بهره‌وری آب افزایش نمی‌یابد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری قطره‌ای، رطوبت خاک، سرعت رشد، مصرف آب

مقدمه

نشاکاری نقش مؤثری در بهبود استفاده از نهاده‌هایی مانند بذر و کود در واحد سطح داشته و باعث کاهش خطر سرمازدگی و کاهش طول دوره رشد گیاه می‌گردد. لذا داشتن دو نوبت کشت، بهتر امکان‌پذیر می‌گردد. با توجه به کوتاه بودن طول دوره رشد ذرت (مخصوصاً در ارقام زودرس) می‌توان با استفاده از کشت نشایی، ذرت را به‌صورت کشت بهاره و کشت تابستانه کشت نمود و با خطر سرمای اول فصل، در کشت نوبت اول و خطر سرمای آخر فصل، در کشت نوبت دوم مواجه نشد. از طرفی تحقیق و بررسی در زمینه تعیین بهره‌وری آب، مخصوصاً در کشت نشایی که به‌عنوان یک راهکار افزایش بهره‌وری آب در مناطق خشک معرفی می‌شود، از اهمیت خاصی برخوردار بوده و هدف اصلی این تحقیق است. ذرت یکی از غلات اصلی کشت‌شده در جهان است (FAO, 2019). با افزایش مصرف ذرت به دلیل نقش حیاتی آن در رژیم غذایی انسان و حیوان، تقاضای کشورها برای ذرت دانه‌ای به‌سرعت رشد کرده است (Loy and Lundy, 2019). از سوی دیگر، تولید محصولات زراعی مانند ذرت در مناطق خشک و نیمه‌خشک در سراسر جهان به میزان قابل‌توجهی کاهش یافت (Golzardi et al., 2017). با این وجود درصد بالای ذرت دانه‌ای کشت‌شده در کشت دوم، کمبود آب و فصل رشد کوتاه در مناطق نیمه‌خشک، مشکلات اصلی کشاورزان برای تولید ذرت پر

[1] عضو هیئت‌علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران (* نویسنده مسئول: azolfagharan@yahoo.com)
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۳۱

محصول است (Khlily et al., 2010) کوتاهی فصل رشد در کشت دوم باعث می‌شود که ذرت خیلی زود با رطوبت بالا برداشت شود که باعث کاهش عملکرد دانه ذرت و در نتیجه ضرر اقتصادی برای کشاورزان در شرایط ذخیره‌سازی می‌شود (Moradi et al., 2013). در واقع، کاشت تأخیری ذرت را در معرض شرایط مختلف دما، در دسترس بودن آب، دوره نوری و تابش خورشیدی قرار می‌دهد. چندین مطالعه گزارش کردند که کاشت تأخیری ذرت به‌طور قابل‌توجهی باعث کاهش عملکرد دانه و علوفه و همچنین کاهش راندمان مصرف آب آبیاری (IWUE) شد (Srivastava et al., 2018; Cao et al,. 2019). 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 مزایای کشت گیاهان به روش نشاکاری می‌باشد (Vantine and Verlinden., 2003). نشاکاری نقش مؤثری 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 می‌تواند 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 مؤثرتر آفات، بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز از دیگر مزایای نشاکاری است (Wien., 1997). امکان کشت ذرت به طریق نشایی می‌تواند راهی برای کوتاه‌تر نمودن فصل رشدی در مزرعه و نیز صرفه‌جویی در مصرف آب تلقی شود. در منطقه موردمطالعه، نشاکاری ذرت می‌تواند گیاه را به بالاترین سطح بازدهی و نیز بیشترین عملکرد برساند به‌ویژه زمانی که گیاه در مرحله سبز شدن و استقرار در معرض خسارت پرندگان است این روش کارایی مؤثرتری از خود نشان می‌دهد (Fanadzo et al., 2009, Oswald et al., 2001). نتایج غیاث‌آبادی و همکاران (۱۳۹۳) نشان داد که تیمار نشای سه‌هفته‌ای 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. هو و وانگ نشان دادند که انتخاب روش مناسب کاشت ذرت شیرین به‌منظور صرفه‌جویی در مصرف آب و مقایسه روش‌های 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 (Hu and Wang, 1992). تنش کمبود آب در دوره پر شدن دانه از طریق کاهش وزن دانه‌ها عملکرد را کاهش می‌دهد (Panday et al., 2000 ; Westgate., 1994). 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، ۱۳۸۷). بنا به نظر وستگیت تفاوتی در شاخص برداشت گیاه ذرت در رژیم‌های مختلف آبیاری مشاهده نمی‌شود (Westgate, 1994).

سینگ و سینکا گزارش کردند که کارایی مصرف آب از خصوصیات مهم فیزیولوژیک گیاه در رابطه با توانایی در مقابله با کمبود آب است. بهره¬وری آب عبارت از مقدار ماده خشک گیاهی تولیدشده 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 برخی از محققین (Nissanka et al., 1997; Oktem et al., 2003; Al-Kaisi and Xinhua, 2003) کم آبیاری را باعث کاهش کارایی مصرف آب و برخی از محققین (رضایی سوخت آبندانی و همکاران، ۱۳۸۷) کم آبیاری را سبب افزایش کارایی مصرف آب گزارش کرده اند. کانگ و همکاران اعلام کردند که تغییرات عملکرد دانه ذرت و کارایی مصرف آب در سطوح مختلف آبیاری، بستگی به میزان آب قابل‌استفاده در خاک دارد (Kang et al., 2002). نیسانکا و همکاران اظهار نمودند که کاهش کارایی مصرف آب در شرایط تنش رطوبتی، ناشی از کاهش بیشتر فتوسنتز در مقایسه با تنفس گیاه می‌باشد. این محققین دلیل این امر را وارد آمدن خسارت به مزوفیل برگ در اثر تنش رطوبتی اعلام کردند (Nissanka et al., 1997). هاول و همکاران اشاره کردند که مصرف آب ذرت بین مقادیر ۴۶۵ تا ۸۰۲ میلی‌متر و حداکثر راندمان مصرف آب بین ۱/۶۵ تا ۱/۶۸ کیلوگرم در مترمکعب در شرایط آبیاری کامل و بدون تنش حاصل می‌شود. (Howell et al., 1998). آلن و

ماسیک افزایش کارایی مصرف آب را در نتیجه اعمال تنش خشکی گزارش کرده‌اند. 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 اثر تأمین ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد تأمین نیاز آبی و تراکم‌های کاشت مختلف را بر عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت بررسی کردند. نتایج نشان آن‌ها داد که عملکرد و کارایی مصرف آب با افزایش تراکم و کاهش مصرف آب، کاهش یافت (El-Hendawy et al., 2008). ترائور و همکاران نتیجه گرفتند که تنش کم‌آبی در اوایل پر شدن دانه، تجمع ماده خشک دردانه‌ها را بیشتر از هر اندام دیگری کاهش می‌دهد (Traore et al., 2000). ماهرخ گزارش کرد که بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه ذرت (به ترتیب ۷/۶۴ و ۳/۳۴ تن در هکتار) در شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی شدید به دست می‌آید و میزان کاهش عملکرد حدود ۵۶ درصد بود (Mahrokh, 2019). همچنین گل‌زردی و همکاران گزارش دادند که میزان کاهش عملکرد دانه ذرت تحت تنش خشکی ملایم و شدید (انجام آبیاری پس از ۱۰۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر و تعرق گیاهی) نسبت به تیمار آبیاری نرمال (پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر و تعرق) به ترتیب برابر ۱۲/۳ و ۲۷/۷ درصد بود (Golzardi et al., 2017). ویسواناتا و همکارانش، تأثیر توأم سطوح آبیاری و شیوه ی کاشت را بر بهره‌وری آب ذرت بررسی کردند و دریافتند که در آبیاری قطره ای با مقدار تبخیر و تعرق ۳۳۰ میلی‌متر حداکثر مقدار بهره‌وری آب ذرت مبتنی بر تبخیر و تعرق ۴/۸۲ کیلوگرم ماده خشک بر مترمکعب می‌باشد (Viswanatha et al., 2002). زوارت و باستیانس، دامنه شاخص بهره‌وری مصرف آب ذرت را ۲/۷-۱/۱ کیلوگرم بر مترمکعب آب کاربردی گزارش کردند و نتیجه گرفتند امکان زیادی برای حفظ و یا افزایش بهره‌وری مصرف آب یعنی تولید بیشتر با مصرف آب کمتر (۴۰-۲۰ درصد کمتر) وجود دارد (Zwart and Bastiaansen, 2004). مدیمو و همکاران، بهره‌وری مبتنی بر تبخیر و تعرق گیاهان برنج، سویا، ذرت و گوجه‌فرنگی در شرق غنا موردبررسی قراردادند برای تخمین این شاخص در سطح مزرعه متوسط طولانی‌مدت عملکرد را به کار بردند و WPET برای گیاهان مذکور را به ترتیب برابر با ۰/۵۶، ۰/۲۳، ۰/۲۰ و ۱/۳۵ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش کردند (Mdemu et al., 2009). منصوری فر و همکاران، بیان نمودند حداکثر کارایی مصرف آب در ذرت در شرایط اعمال کمبود آب حاصل می‌گردد این در حالی است که افزایش کود نیتروژن در شرایط کمبود آب باعث کاهش عملکرد می‌شود (Mansori-Far et al., 2010). علی‌محمدی نافچی و نوربخشیان (۱۳۹۷) عملکرد ذرت علوفه‌ای و کارایی مصرف آب در کشت بذری و نشاکاری تحت سامانه آبیاری بارانی در دو تاریخ کاشت بررسی کردند نتایج آن‌ها نشان داد که از نظر تولید علوفه‌تر و خشک در عملکرد اختلافی مشاهده نشد. متوسط کارایی مصرف آب در سامانه آبیاری بارانی برابر با ۲/۰۳ کیلوگرم بر مترمکعب بود. بیشترین کارایی مصرف آب با ۲/۷۶ کیلوگرم بر مترمکعب به کشت نشائی در تاریخ کاشت اول تعلق داشت. متقی و همکاران (۱۴۰۰) اثر تاریخ و آرایش کاشت بر عملکرد و کیفیت ذرت علوفهای در کشت نشایی بررسی کردند نتایج آن‌ها نشان داد که بیشترین میزان عملکرد علوفه‌تر (۶۵۴۳۰ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد پروتئین (۲۴۳۷ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کشت دوم به دست آمد. در آرایش کاشت دو ردیفه عملکرد علوفه‌تر و عملکرد پروتئین به ترتیب ۲۰ و ۱۴/۵ درصد بیشتر از آرایش تک ردیفه بود. عملکرد علوفه‌تر و عملکرد پروتئین در کشت تک نشایی، به ترتیب ۱۱/۵ و ۱۰/۸ درصد بیشتر از کشت مستقیم بذر ۶/۶ و ۷/۴ درصد بیشتر از کشت جفت نشایی بود. جمع‌بندی بررسی منابع نشان می‌دهد که کشت نشایی در اکثر محصولات کشاورزی سبب بهبود استفاده از نهاده‌هایی مانند بذر و کود میشود و سایر مزایای آن: کاهش دوره رشد، افزایش بهره‌وری آب، افزایش کارایی در واحد سطح کشت، رسیدن به تراکم مطلوب، کنترل مؤثرتر آفات و بیماری‌های گیاهی، کنترل علف‌های هرز، بالا رفتن درصد جوانه‌زنی و سبز محصول به دلیل شرایط بهینه محیطی، فراهم شدن امکان دو نوبت کشت، کاشت گیاه در زمین‌هایی حتی در شرایط نامساعد آب و هوایی، افزایش عملکرد و یکنواختی بیشتر در رشد محصول می‌گردد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی عملکرد و کارایی مصرف آب در کشت نشایی و کشت مستقیم ذرت) رقم فوق شیرین (Basin آزمایشی در دو فصل زراعی بهاره و تابستانه در اراضی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی واقع در ۵ کیلومتری جنوب شرقی مشهد با عرض جغرافیائی ° ۳۶ و ′۱۳ شمالی و طول جغرافیائی ° ۵۹ و ′ ۴۰ شرقی و با ارتفاع ۹۸۵ متر به اجرا درآمد. در این منطقه متوسط بارندگی سالانه منطقه ۲۵۴ میلی‌متر، حداکثر و حداقل درجه حرارت مطلق به ترتیب ۴۱/۶ و ۹ – درجه سانتی‌گراد، متوسط حداقل و حداکثر درجه حرارت به ترتیب برابر ۶/۵ و ۲۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. این آزمایش به صورت کرتهای خردشده (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 ۹۳-۹۴ اجرا شد. در این آزمایش کرتهای اصلی شامل سه سطح تأمین آب آبیاری (۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی) و کرتهای فرعی شامل: کشت مستقیم بذر و کشت نشایی ذرت بود. نشاهای ۲۰ روزه ذرت به تعداد لازم در داخل سینیهای نشا با نسبت‌های معینی از کوکوپیت، پرلیت و ورمی کمپوست تهیه شد. کشت بذرها در مزرعه هم‌زمان با انتقال نشاها، با تراکم ۷۶۰۰۰ بوته در هکتار بود. ابعاد زمین آزمایش ۴۰×۳۰ متر و هر کرت شامل ۴ خط کاشت با فاصله ردیف‌های ۷۵ سانتیمتری به طول ۸ متر بود. نوارهای تیپ به فاصله ۷۵ سانتیمتر بین ردیف‌های کاشت پهن شدند. در طول فصل رشد عملیات زراعی لازم (کود دهی، تنک و وجین) در زمان مناسب انجام شد. در طول فصل رشد عملیات زراعی لازم در زمان مناسب انجام شد. به‌منظور اطمینان از توزیع دقیق و یکنواخت آب در بین تیمارهای آبیاری، عملیات آبیاری با استفاده از نوارهای تیپ انجام گردید. حجم آب لازم پس از محاسبه، با استفاده از کنتور حجمی به تیمارها داده شد. عملیات آبیاری بر اساس تأمین کسر رطوبت خاک تا نقطه ظرفیت زراعی و عمق توسعه ریشه انجام گردید. با استفاده از رابطه‌های ۱ و ۲ نیاز ناخالص آبیاری در طول فصل زراعی (عمق آب آبیاری) محاسبه شد.

$$In = 0.5(\theta_{FC} - \theta) * Z \qquad (۱)$$

$$Ig = \frac{In}{E} \qquad (۲)$$

In نیاز خالص آب آبیاری، Ig نیاز ناخالص آب آبیاری، Z عمق توسعه ریشه، E راندمان آبیاری نواری تیپ (۹۰ درصد)، FCØ درصد رطوبت وزنی در ظرفیت زراعی و Ø درصد رطوبت خاک در زمان آبیاری.

دور آبیاری طبق عرف منطقه انجام شد. میزان رطوبت خاک، توسط رطوبت‌سنج الکترومغناطیس (TDR) از سه عمق ۴۰-۲۰، ۶۰-۴۰ و ۸۰-۶۰ سانتی‌متری اندازه‌گیری شد. با مشخص شدن عمق آب آبیاری و با توجه به سطح زیر کشت آزمایش، حجم آب آبیاری محاسبه و با استفاده از کنتور حجمی به تیمارها داده شد. شاخص بهره‌وری آب از رابطهٔ ۳ زیر تعیین شد.

$$WP = CY/CW \qquad (۳)$$

در این رابطه WP = بهره‌وری آب (کیلوگرم به ازای هر مترمکعب آب)، CY = عملکرد دانه یا بلال (کیلوگرم در هکتار) و CW = مجموع حجم آب داده شده و بارندگی مؤثر (مترمکعب در هکتار)

برای تعیین سرعت رشد محصول (Crop Growth Rate) که یکی از شاخص‌های مهم رشد است، هر دو هفته یک‌بار ابتدا نمونه‌گیری از ۲ بوته به‌صورت تصادفی در انتهایی هر کرت انجام شد. سپس این بوته‌ها از محل طوقه قطع و میزان سطح برگ توسط دستگاه اندازه‌گیری نواری سطح برگ (COR Leaf Area Meter-Li) تعیین و وزن خشک نمونه‌ها در هر مرحله نمونه‌برداری با قرار دادن داخل دستگاه آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت و توزین نمونه‌ها پس از خشک شدن به دست آمد. برای محاسبه سرعت رشد محصول (CGR) از معادله ۴ استفاده شد.

$$CGR = \frac{W2 - W1}{T2 - T1} \qquad (۴)$$

در این معادلات: W وزن خشک گیاه (گرم)، T1 و T2 زمان‌های نمونه‌برداری (روز)، CGR برحسب گرم بر مترمربع بر روز است.

نتایج تجزیه شیمیایی آب مورداستفاده در طرح و نتایج خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به ترتیب در جداول ۱ و ۲ آورده شده است. برای این منظور، نمونه‌های مرکبی از اعماق ۲۰-۰، ۴۰-۲۰، ۶۰-۴۰ و ۸۰-۶۰ سانتی‌متری از خاک محل آزمایش تهیه گردید.

آمار هواشناسی منطقه مورد آزمایش در سال اجرای طرح، برای کشت‌های بهاره و تابستانه به ترتیب در جدول ۳ و ۴ آورده شده است.

در زمان برداشت، پس از حذف دو ردیف کناری و حذف ۰/۵ متر حاشیه ابتدایی، بوته‌های دو ردیف وسط در ۵ متر طول هر کرت شمارش شد و تعداد بلال در هر بوته معلوم گردید. با کف بر کردن آن‌ها، عملکرد بیولوژیک (وزن بلال و علوفه‌تر) و عملکرد بلال توزین و ثبت شد. برای تعیین عملکرد دانه قابل کنسرو، ابتدا این ۱۰ نمونه توزین و سپس دانه‌ها از سطح چوب برش داده شد. در نهایت داده ها و اطلاعات جمع آوری شده توسط نرم SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی آب مورد استفاده

کاتیون‌ها میلی‌اکی‌والانت بر لیتر			آنیون‌ها میلی‌اکی‌والانت بر لیتر				EC دسی زیمنس بر متر	pH
Na^{+}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	SO_4^{2-}	Cl^{-}	HCO_3^{-}	CO_3^{2-}		
۳	۲/۴	۲/۴	۲/۳۵	۳/۲	–	۱/۸	۰/۸	۷/۸

جدول ۲- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق خاک	رس	سیلت	شن	بافت خاک	چگالی ظاهری	درصد رطوبت حجمی		EC	pH	هدایت هیدرولیکی اشباع
سانتی‌متر	درصد				گرم بر سانتی متر مکعب	(pwp)	(FC)	دسی زیمنس بر متر		میلی متر بر ساعت
۰-۲۰	۱۴	۵۸	۲۸	سیلتی لوم	۱/۴۱	۱۲/۲۰	۲۷/۹۹	۱/۷۴	۸/۰	۱۳/۲۹
۲۰-۴۰	۲۲	۵۴	۲۴	سیلتی لوم	۱/۵۱	۱۲/۷۰	۲۷/۹۰	۱/۷۸	۸/۰	۱۰/۰۴
۴۰-۶۰	۲۴	۵۰	۲۶	لوم	۱/۴۵	۱۳/۳۰	۲۶/۹۲	۱/۷۸	۸/۱	۷/۶۶
۶۰-۸۰	۱۸	۴۶	۳۶	لوم	۱/۴۲	۹/۸۰	۲۳/۷۱	۱/۷۸	۸/۲	۳/۳۷

جدول ۳-آمار هواشناسی در کشت بهاره

ماه	درجه حرارت سانتی‌گراد			رطوبت نسبی درصد		بارندگی
	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	میلی‌متر
فروردین	۲۱/۶	۸/۲	۱۴/۹	۸۳/۶	۳۳/۱	۵۸/۳	۲۶
اردیبهشت	۲۸/۷	۱۴/۱	۲۱/۴	۶۴/۷	۲۰/۴	۴۲/۵	
خرداد	۳۴/۷	۱۹/۰	۲۶/۹	۳۶/۹	۹/۵	۲۳/۲	۰
تیر	۳۶/۸	۲۲/۷	۲۹/۷	۳۳/۱	۱۰/۷	۲۱/۹	۰

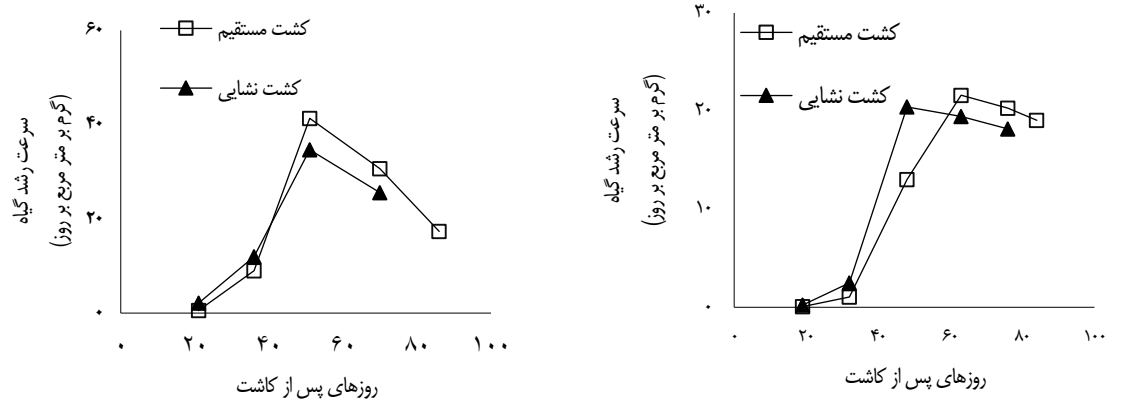
جدول ۴- آمار هواشناسی در کشت تابستانه

ماه	درجه حرارت سانتی‌گراد			رطوبت نسبی درصد		بارندگی
	حداکثر	حداقل	میانگین	حداکثر	حداقل	میانگین	میلی‌متر
تیر	۳۶/۸	۲۲/۷	۲۹/۸	۳۳/۱	۱۰/۷	۲۱/۹	۰
مرداد	۳۵/۵	۲۰/۱	۲۷/۷	۳۳/۵	۹/۶	۲۱/۶	۰
شهریور	۲۹/۵	۱۵/۶	۲۲/۵	۴۲/۱	۱۵/۵	۲۸/۸	۰
مهر	۲۵/۹	۱۱/۵	۱۸/۷	۶۴/۲	۲۴/۲	۴۴/۲	۱۳

نتایج و بحث

شاخص رشد

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، سرعت رشد محصول (CGR) ابتدای فصل با گذشت زمان افزایش داشت و پس از رسیدن به حداکثر خود روند کاهشی در منحنی‌های CGR مشاهده گردید. ۴۰ تا ۵۰ روز بعد از کاشت، حداکثر سرعت رشد محصول (CGR) در تیمارهای کشت مستقیم و نشایی در کشت تابستانه تقریباً دو برابر کشت بهاره بود. به‌عنوان مثال در کشت بهاره، حداکثر میزان CGR در تیمارهای کشت مستقیم و نشایی به ترتیب به میزان ۱۳/۰ و ۲۰/۴ گرم بر مترمربع بر روز، پس از ۴۸ روز پس از کاشت به دست آمد. در این مدت، CGR در کشت تابستانه، در تیمارهای کشت مستقیم و نشایی به ترتیب ۴۱/۳ و ۳۴/۷ گرم بر مترمربع بر روز افزایش داشت.



الف) کشت بهاره **ب) کشت تابستانه**

شکل ۱- مقایسه اثر سرعت رشد گیاه در تیمارهای کشت مستقیم و نشایی الف) کشت بهاره و ب) کشت تابستانه

عملکرد بلال و دانه

نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات عملکرد بلال و دانه برای کشت بهاره و تابستانه در جدول ۵ آورده شده است. نتایج نشان داد که هم در کشت بهاره و هم در کشت تابستانه، عملکرد بلال و دانه، تحت تأثیر تیمار سطوح آب آبیاری اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشت که با نتایج اسبورن و همکاران (Osborne et al., 2002) و شعاع حسینی و همکاران (۱۳۸۷) مطابقت دارد. در کشت بهاره، عملکرد بلال و دانه، تحت تأثیر تیمار روش کشت (نشایی و مستقیم) اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد داشتند ولی در کشت تابستانه اختلاف آن‌ها معنی‌داری نبود.

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد بلال و دانه ذرت فوق شیرین در کشت بهاره و تابستانه

منبع تغییر	درجه آزادی	کشت	بهاره	کشت	تابستانه
		عملکرد بلال	عملکرد دانه	عملکرد بلال	عملکرد دانه
تکرار	۳	۵/۷۲۴ ns	۴/۴۴۴**	۱۰/۲۶۰ ns	۴/۵۱۰ ns
سطح آبیاری	۲	۱۳/۸۳۵*	۵/۹۸۷**	۱۱۱/۷۲۹**	۱۶/۵۲۲**
خطای کرت اصلی	۶	۵/۶۵۵	۰/۲۱۰	۱۴/۵۲۷	۲/۹۰۷
روش کشت	۲	۲۸/۱۲۵**	۱۱/۲۳۰**	۳/۵۴۹ ns	۱/۵۹۸ ns
سطح ×کشت	۴	۰/۸۷۱ ns	۰/۲۴۶ ns	۱۰/۵۶۲ ns	۱/۲۱۴ ns
خطای کرت فرعی	۱۸	۳/۱۱۷	۰/۶۴۷	۹/۳۹۲	۱/۵۳۹
ضریب تغییرات		۲۰/۹۰۰	۳۲/۳۰۰	۲۲/۹۷۶	۳۲/۴۷۶

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده‌ی معنی‌داری در سطوح پنج و یک درصد است.

اثر سطوح آب بر عملکرد بلال و دانه

هم در کشت بهاره و هم در کشت تابستانه، اختلاف عملکرد بلال و دانه در تیمارهای سطح ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد تأمین نیاز آبی با یکدیگر معنی‌دار نبود ولی با تیمار ۷۵ درصد تأمین نیاز آبی معنی‌دار بود. در کشت بهاره بیشترین عملکرد بلال در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد به ترتیب با ۱۲/۱ و ۱۱/۶ تن در هکتار و کمترین عملکرد در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی به میزان ۱۰/۱ تن در هکتار به دست آمد (جدول ۶). در کشت تابستانه، بیشترین عملکرد بلال در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی به ترتیب با ۱۷/۸۳ و ۲۰/۲۲ تن در هکتار و کمترین عملکرد در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی به میزان ۱۴/۱۶ تن در هکتار به دست آمد (شکل ۱-ب). در مورد عملکرد دانه در بین سطوح آب آبیاری، نتایج نشان می‌دهد که در کشت بهاره، بیشترین عملکرد دانه در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد به ترتیب با ۴/۴ و ۴/۵ تن در هکتار و کمترین عملکرد در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی به میزان ۳/۲ تن در هکتار به دست آمد (شکل ۱-الف). در کشت تابستانه، بیشترین عملکرد دانه در تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی به ترتیب با ۵/۲۲ و ۶/۳۸ تن در هکتار و کمترین عملکرد در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی به میزان ۴/۰۴ تن در هکتار به دست آمد (جدول ۶). همان‌طور که در مطالب فوق بیان شد، نتایج به‌دست‌آمده حاکی از معنی‌دار نشدن اختلاف عملکرد بلال و دانه در بین تیمار ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد تأمین نیاز آب آبیاری است و با توجه به اهمیت صرفه‌جویی در مصرف آب، تیمار ۱۰۰ درصد تأمین نیاز آبی به‌عنوان بهترین تیمار سطح آب آبیاری از نظر رسیدن به عملکرد مطلوب دانه و بلال می‌باشد.

جدول ۶- مقایسه اثر سطوح آبیاری بر عملکرد بلال و دانه ذرت الف) کشت بهاره ب) کشت تابستانه

سطوح آبیاری	کشت بهاره		کشت تابستانه	
	عملکرد بلال	عملکرد دانه	عملکرد بلال	عملکرد دانه
	تن بر هکتار			
I-۷۵	۱۱/۶a	۴/۵a	۲۲۰a	۶/۴a
I-۱۰۰	۱۲/۱a	۴/۴a	۱۷/۸a	۵/۲b
I-۱۲۵	۱۰/۱b	۳/۲b	۱۴/۲b	۴/۰c

اثر روش کشت (نشایی و مستقیم) بر عملکرد بلال و دانه

مقایسه میانگین‌های عملکرد بلال و دانه در کشت بهاره نشان داد که اختلاف عملکرد بلال و دانه در تیمار کشت نشایی با تیمار کشت مستقیم معنی‌داری بود. عملکرد بلال در تیمار نشایی ۱۲/۲ تن بر هکتار و در تیمار کشت مستقیم به میزان ۹/۵ تن بر هکتار و عملکرد دانه در تیمار نشایی ۴/۵ تن در هکتار و در تیمار کشت مستقیم به میزان ۴/۳ تن بر هکتار مقدار بود (جدول ۷). به عبارتی در کشت بهاره به دلیل اینکه هوا سردتر است، اختلاف عملکرد بلال و دانه در کشت‌های نشایی نسبت به کشت مستقیم به ترتیب ۲۸ و ۵۵ درصد افزایش نشان داد. با توجه به نتایج مقایسه سرعت رشد محصول (CGR) در کشت بهاره و تابستانه علت اختلاف عملکرد بلال و دانه در کشت تابستانه توجیه‌پذیر است. باوجود اختلاف بین کشت نشایی و کشت مستقیم در کشت بهاره، در کشت تابستانه اختلاف معنی‌داری بین میانگین عملکرد بلال و دانه در تیمار کشت نشایی با تیمار کشت مستقیم مشاهده نشد. عملکرد بلال در کشت تابستانه در تیمار کشت نشایی ۱۷/۵ تن بر هکتار و در تیمار کشت مستقیم به میزان ۱۶/۸ تن بر هکتار به دست آمد و عملکرد دانه در تیمارهای کشت مستقیم و نشایی به ترتیب با ۵/۶ و ۴/۸ تن بر هکتار مشاهده شد (جدول ۷). در واقع در کشت تابستانه، عملکرد بلال و دانه در کشت مستقیم در حدود عملکرد بلال و دانه در کشت‌های نشایی بود.

جدول ۷- مقایسه اثر روش کشت بر عملکرد بلال و دانه ذرت الف) کشت بهاره ب) کشت تابستانه

نوع کشت	کشت بهاره		کشت تابستانه	
	عملکرد بلال	عملکرد دانه	عملکرد بلال	عملکرد دانه
	تن بر هکتار			
کشت نشایی	۱۲/۱^{a}	۴/۵^{a}	۱۷/۵^{a}	۴/۸^{a}
کشت مستقیم	۹/۵^{b}	۳/۰^{b}	۱۶/۸^{a}	۵/۶^{a}

اثر متقابل سطوح آبیاری و روش کشت بر عملکرد بلال و دانه

برای هر دو کشت بهاره و تابستانه، مقایسه اثر متقابل سطح آب آبیاری در روش کشت بر میانگین عملکرد بلال و دانه در جدول ۸ نشان داده شده است. در کشت بهاره، در بررسی اثرات متقابل مشاهده می‌شود که تیمار نشایی در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد (S100-N) بیشترین عملکرد بلال را به میزان ۱۲/۹۵ تن در هکتار داشته و کمترین عملکرد بلال در تیمار کشت مستقیم با سطح آبیاری ۷۵ درصد (S75-M)، به میزان ۸/۶ تن بر هکتار دیده می‌شود. بیشترین عملکرد دانه در تیمار نشایی در سطح آبیاری ۱۰۰ درصد به میزان ۴/۶۹ تن بر هکتار و کمترین عملکرد بلال در تیمار کشت مستقیم با سطح آبیاری ۷۵ درصد، به میزان ۲/۱۳ تن بر هکتار بود. در کشت تابستانه، در بررسی اثرات متقابل مشاهده می‌شود که تیمار نشایی در سطح آبیاری ۱۲۵ درصد (S125-N) بیشترین عملکرد بلال را به میزان ۲۱/۴۸ تن بر هکتار داشته و کمترین عملکرد بلال در تیمار کشت مستقیم با سطح آبیاری ۷۵ درصد (S75-M)، به میزان ۱۳/۱۲ تن بر هکتار دیده می‌شود. بیشترین عملکرد دانه در تیمار کشت مستقیم در سطح آبیاری ۱۲۵ درصد را به میزان ۷/۳۱ تن بر هکتار و کمترین عملکرد دانه در تیمار کشت مستقیم با سطح آبیاری ۷۵ درصد، به میزان ۳/۷۲ تن بر هکتار بود. مقایسه میانگین عملکرد بلال و دانه در فصل بهار نسبت به فصل تابستان نشان داد که عملکرد بلال و دانه در کشت تابستانه به ترتیب ۲۶/۷ و ۵۴/۲ درصد بیشتر از کشت بهاره است که علت این موضوع در مقایسه شاخص رشدی گیاه (سرعت رشد محصول (CGR)) به‌وضوح دیده می‌شود.

جدول ۸- عملکرد بلال و دانه در تیمارهای اثر متقابل سطوح آبیاری در روش کشت

تیمار	کشت بهاره		کشت تابستانه	
	عملکرد بلال	عملکرد دانه	عملکرد بلال	عملکرد دانه
	تن بر هکتار			
S75-M*	۸/۶۱	۲/۱۳	**۱۳/۱۲	۳/۷۲
S75-N	۱۰/۹۸	۳/۹۷	۱۳/۷۳	۳/۸۳
S100-M	۹/۹۳	۳/۳۳	۱۵/۸۲	۵/۶۱
S100-N	۱۲/۹۵	۴/۶۹	۱۹/۳۲	۴/۸۷
S125-M	۱۰/۰۱	۳/۵۵	۲۱/۴۸	۷/۳۱
S125-N	۱۲/۷۵	۴/۹۰	۱۹/۵۴	۵/۷۱
میانگین کل	۱۱/۲۸	۴/۱۱	۱۷/۴۰	۵/۲۱

* از مشخصه S برای سطح آبیاری، M برای کشت مستقیم و N برای کشت نشایی استفاده‌شده است.

حجم آب مصرفی

جدول ۹ نتایج تجزیه واریانس را در کشت بهاره و تابستانه نشان می‌دهد. در این جدول، حجم آب مصرفی در تیمارهای اثر سطوح آب، نوع کشت و اثر متقابل سطح آب آبیاری در نوع کشت در سطح ۱ درصد برای هر دو نوبت کشت، معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها سطوح آب آبیاری در کشت بهاره و تابستانه نشان داد که اختلاف حجم آب مصرفی در سطوح آب آبیاری، معنی‌دار و در سه گروه متفاوت آماری قرار دارد. در مقایسه اثر تیمارهای نوع کشت بر حجم آب مصرفی، بین حجم آب مصرفی تیمارهای کشت نشایی با کشت مستقیم تفاوت معنی‌دار وجود داشت و این اختلاف در هر دو کشت مشهود بود. در نتیجه هم در کشت بهاره و هم در کشت تابستانه، مصرف آب در کشت نشایی ۲۰ روزه، کمتر از کشت مستقیم بود. در کشت بهاره، حجم آب مصرفی در کشت مستقیم ۴۸۴۵ مترمکعب بر هکتار و در کشت نشایی ۴۵۱۰ مترمکعب بر هکتار مشاهده می‌شود و اختلاف بین آن‌ها معنی‌دار است ($p<0.05$). در کشت تابستانه، حجم آب مصرفی در کشت مستقیم ۴۶۸۷ مترمکعب در هکتار و در کشت نشایی ۴۲۸۸ مترمکعب در هکتار مشاهده شد و اختلاف بین آن‌ها معنی‌دار بود. در نتیجه در کشت بهاره و تابستانه، صرفه‌جویی در مصرف آب درکشت نشایی نسبت به کشت مستقیم به ترتیب ۶/۶ و ۹/۲ درصد (به ترتیب حدود ۳۰۰ و ۴۰۰ مترمکعب بر هکتار) بود

جدول ۹-تجزیه واریانس (میانگین مربعات) حجم آب مصرفی در کشت بهاره و تابستانه

منبع تغییر	درجه آزادی	کشت بهاره	کشت تابستانه
تکرار	۳	**۴۹۹۲۱۸/۴۹۲	**۵۹۲۱۶۶/۴۷
سطح آبیاری	۲	**۱۳۱۴۰۰۰۰	**۱۴۹۰۰۰۰۰
خطای کرت اصلی	۶	۱۰۷۲۸/۸۱۶	۱۲۱۷۲/۶۴۳
نوع کشت	۲	**۱۵۸۶۸۳/۱۳۱	**۱۲۱۷۲/۶۴۲
سطح ×کشت	۴	**۱۲۵۱/۶۳۹	**۱۴۵۲۰/۸۹۹
خطای کرت فرعی	۱۸	۴۳/۸۸۷	۴۳/۸۸۷
ضریب تغییرات		۲۱/۷۶۷	۲۱/۷۷۱

بهره‌وری آب

همان‌طور که در مواد و روش‌ها توضیح داده شد، در محاسبه بهره‌وری آب آبیاری و کل از مجموع آب داده شده و بارندگی مؤثر در مخرج کسر استفاده‌شده است و به‌اختصار بهره‌وری آب نامیده شده است. در این قسمت علاوه بر بررسی بهره‌وری آب در عملکرد بلال و دانه، بهره‌وری آب در عملکرد کل بوته (اندام هوایی) هم بررسی‌شده است. نتایج تجزیه واریانس در کشت بهاره نشان داد که بهره‌وری آب برای عملکرد بلال، دانه و کل بوته در تیمارهای سطوح آب و تیمارهای روش کشت با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند ($p<0.01$) ولی در کشت تابستانه، بهره‌وری آب بر عملکرد بلال، دانه و کل بوته در تیمار سطوح آب و روش کشت معنی‌دار نبود. نتایج مقایسه میانگین‌ها در تیمارهای انواع روش کشت (نشایی و مستقیم) نشان داد که در کشت بهاره، بین بهره‌وری آب در عملکرد بلال، دانه و کل بوته در کشت نشایی با کشت مستقیم تفاوت معنی‌داری وجود دارد. به‌عنوان‌مثال، بهره‌وری آب برای عملکرد بلال در تیمار کشت نشایی با ۲/۸ کیلوگرم بر مترمکعب و در تیمار کشت مستقیم به میزان ۲ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. بهره‌وری آب در عملکرد بلال، دانه و کل بوته در کشت نشایی به ترتیب ۳۷/۵، ۶۶/۶ و ۲۵/۶ درصد بیشتر از کشت مستقیم حاصل گردید (جدول ۱۰)؛ اما در کشت تابستانه، اختلاف بین بهره‌وری آب در عملکرد بلال، دانه و کل بوته در کشت نشایی با کشت مستقیم معنی‌دار نبود. بهره‌وری آب برای عملکرد بلال در تیمارهای کشت نشایی ۴/۱ کیلوگرم بر مترمکعب و در تیمار کشت مستقیم به میزان ۳/۶ کیلوگرم بر مترمکعب بدست آمد (جدول ۱۰). نتایج مشابهی هم برای بهره‌وری آب بر عملکرد دانه و کل بوته بدست آمد. در مجموع نتایج نشان داد که در کشت بهاره، اختلاف بهره‌وری آب در شاخص‌های عملکرد در کشت نشایی نسبت به کشت مستقیم معنی‌دار بود ولی در کشت تابستانه معنی‌دار نشد. به نظر می‌رسد علت این امر رشد سریع بذر از ابتدای فصل رشد، در هوای گرم تابستان در مزرعه باشد. رشد سریع بذر اختلاف بین شاخص‌های عملکرد کشت نشایی و کشت مستقیم را در تابستان به حداقل رسانده و سبب معنی‌دار نشدن اختلاف بهره‌وری آب در بین آن‌ها شده است.

جدول ۱۰- مقایسه اثر روش کشت بر بهره‌وری آب در بلال، دانه و کل بوته در ذرت الف) کشت بهاره ب) کشت تابستانه

نوع کشت	کشت بهاره			کشت تابستانه		
	بهره‌وری آب در عملکرد بلال	بهره‌وری آب در عملکرد دانه	بهره‌وری آب در عملکرد کل بوته	بهره‌وری آب در عملکرد بلال	بهره‌وری آب در عملکرد دانه	بهره‌وری آب در عملکرد کل بوته
	کیلوگرم بر مترمکعب					
کشت نشایی	۲/۸[a]	۱/۰[a]	۵/۵[a]	۴/۲[a]	۱/۱[a]	۹/۳[a]
کشت مستقیم	۲/۰[b]	۰/۶[b]	۴/۱[b]	۳/۶[a]	۱/۲[a]	۸/۷[a]

نتیجه‌گیری

۱- اثر سطوح آب آبیاری، هم در کشت بهاره و هم در کشت تابستانه می‌تواند تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بلال و دانه داشته باشد، اختلاف عملکردهای بلال و دانه در تیمار سطح آبیاری ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد معنی‌دار نبود ولی با سطح آبیاری ۷۵ درصد معنی‌داری شد. با توجه به اهمیت صرفه‌جویی در مصرف آب، تیمار ۱۰۰ درصد تأمین نیاز آبی به‌عنوان سطح مناسب آب آبیاری می‌باشد.

۲- در کشت بهاره، عملکرد بلال و دانه در تیمار کشت نشایی از تیمار کشت مستقیم بیشتر بود ولی در کشت تابستانه تفاوت معنی‌داری بین عملکرد بلال و دانه در کشت نشایی و کشت مستقیم مشاهده نشد. علت اصلی این موضوع می‌تواند تسریع رشد تیمار کشت مستقیم، بر اثر گرم‌تر شدن هوا و زمین زراعی باشد.

۳- اثر تیمارهای نشایی و مستقیم، در بهره‌وری آب برای شاخص‌های عملکرد (بلال، دانه و کل بوته) در کشت بهاره و تابستانه یکسان نبود. در کشت بهاره، بهره‌وری آب در کشت نشایی

با کشت مستقیم تفاوت معنی‌داری داشت ولی در کشت تابستانه، بهره‌وری آب برای شاخص‌های عملکرد، در کشت نشایی با کشت مستقیم اختلاف معنی‌داری نداشت. لذا اگر هدف اصلی در کشت ذرت نشایی افزایش عملکرد و بهره‌وری آب است، با کشت ذرت بهاره می‌توان به این هدف دست پیدا کرد.

منابع

رضایی سوخت آبندانی، ر.، چراتی آرایی، ع.، اکبری نودهی، د.، مبصر، ح. ر. و رمضانی، م. ۱۳۸۷. تاثیر دور آبیاری و کاربرد مقادیر نیتروژن بر عملکرد علوفه خشک و راندمان مصرف آب ذرت سینگل کراس ۷۰۴ در استان مازندران. مجله یافته‌های نوین کشاورزی. ۳(۲): ۱۲۲-۱۳۵.

شعاع حسینی، س.م.، فارسی، م. و خاوری خراسانی، س. ۱۳۸۷. بررسی اثرات تنش کمبود آب بر عملکرد و اجزای عملکرد در چند هیبرید ذرت دانه‌ای با استفاده از تجزیه علیت. مجله دانش کشاورزی. ۱۸ (۱): ۷۱-۸۵.

علی‌محمدی نافچی، ر. و نوربخشیان، س.ج. ۱۳۹۷. ارزیابی کارایی مصرف آب در کشت های بذری و نشایی ذرت علوفه‌ای تحت سامانه آبیاری بارانی. ششمین کنفرانس علمی پژوهشی مدیریت منابع آب و خاک. ص ۴۵-۵۸.

غیاث‌آبادی، م.، خواجه حسینی، م. و محمدآبادی، ع. ا. ۱۳۹۳. بررسی اثر تاریخ نشاکاری بر شاخص‌های رشد و عملکرد علوفه ذرت (Zea mays L.) در منطقه مشهد. پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۲ (۱): ۱۳۷-۱۴۵.

متقی، م.، ماهرخ، ع. و سیدان، س.م. ۱۴۰۰. اثر تاریخ و آرایش کاشت بر عملکرد و کیفیت ذرت علوفه‌ای در کشت نشایی. نشریه علوم زراعی ایران. ۲۳ (۴): ۳۵۶-۳۴۱.

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

Cao, Q., Li, G., Yang, F., Jiang, X., Diallo, L., Zhang, E. and Kong, F. 2019. Maize yield, biomass and grain quality traits responses to delayed sowing date and genotypes in rain-fed condition. Emirates Journal of Food and Agriculture 27: 415-425 DOI: 10.9755/ejfa.2019.v31.i6.1969

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. 2009. Comparative response of direct seeded and transplanted maize to nitrogen fertilization at Zanyokwe Irrigation Scheme, Eastern Cape, South Africa. African Journal of Agricultural Research. 4(8):689-694.

FAO. 2019. Crops and livestock products. Retrived in Junuary, 1, 2021 from http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP

Golzardi, F., Baghdadi, A. and Keshavarz Afshar, R. 2017. Alternate furrow irrigation affects yield and water-use efficiency of maize under deficit irrigation. Crop and Pasture Science. 68(8): 726-734.

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.

Khalily, M., Moghaddam, M., Kanouni, H. and Asheri, E. 2010. Dissection of drought stress as a grain production constraint of maize in Iran. Asian Journal of Crop Science 2(2): 60-69 DOI: 10.3923/ajcs.2010.60.69

Loy, D.D. and Lundy, E. L. 2019. Nutritional properties and feeding value of corn and its coproducts. In: Corn (Elsevier) AACC International Press. pp. 633-659 DOI: 10.1016/B978-0-12-811971-6.00023-1.

Mahrokh, A. 2019. Yield and yield components of four maize hybrids with different stomata resistance in response to drought stress. Iranian Journal of Field Crop Science. 50(3): 99-110.

Mansori-Far, C., Modarres sanavy, S.A.M. and Saberali, S.F. 2010. Maize Yield response to deficit irrigation during low sensitive growth stages and nitrogen rate under semi-arid climate conditions. Agric water manage. 97:12-22.

Mdemu, M.V., Rodgers, C., Vlek, P.L.G. and Borgadi, J.J. 2009. Water productivity (WP) in reservoir irrigated schemes in the upper east

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 .

Srivastava, R.K., Panda, R.K., Chakraborty, A. and Halder, D. 2018. Enhancing grain yield, biomass and nitrogen use efficiency of maize by varying sowing dates and nitrogen rate under rainfed and irrigated conditions. Field Crops Research 221: 339-49. DOI: 10.1016/j.fcr.2017.06.019

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.

Viswanatha, G.B., Ramachandrappa, B.K. and Nanjappa, H.V. 2002. Soil-plant water status and yield of sweet corn (Zea mays L.cv Saccharata) as influenced by drip irrigation and planting method. Agric.Water Manage. 55:85-91.

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.

Zwart, S.J. and Bastiaansen, W.G.M. 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton, and maize. Agricultural Water Management, 69: 115-133.

region (UER) of Ghana. Physics and Chemistry of the Eart. 34:324-328.

Moradi, R., Koocheki, A., Mahallati, M. N. and Mansoori, H. 2013. Adaptation strategies for maize cultivation under climate change in Iran: irrigation and planting date management. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 18(2): 265 284 DOI: 10.1007/s11027-012-9410-6.

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.

Water Management in Agriculture
Vol. 11, No. 1 Spring and Summer 2024, 15-28

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۱۱، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۳، ص. ۲۸-۱۵

The Effect of Spring and Summer Cultivation on Water Productivity and Transplantation Corn Yield

A. Zolfagharan[1*]

Abstract

Transplanting reduces the risk of frost and shortens the plant's growing timein the field, and it is possible to do two turns of cultivation. Research on determining water productivity especially in transplantation crops, which are introduced as a strategy to increase productivity in arid regions,, is of particular importance. For this purpose, an experiments was conducted in a split-plot design within the framework of a randomized complete block design with four replications in two turns of spring and summer cultivation on transplantation and direct-seeded (seed) corn. In this experiment, the main plots included three levels of irrigation water supply (75%, 100%, and 125% of the full water requirement) and the subplots consisted of transplanted and direct-seeded corn. The results showed that in spring cultivation, yield and water productivity were higher in the transplanted treatment than in the direct-seededtreatment, but in summer cultivation, no significant difference was observed in yield and water productivity between transplanted and direct-seeded crops. In both spring and summer cultivation, the yield difference between the 100% and 125% water requirement treatments was not significant,, but it was significant compared to the 75% treatment. Therefore, the best corn yield under the irrigation treatment was achieved by supplying 100% of the water requirement.. Overall, it can be recommended that if the main goal of transplanted corn planting is to increase yield and water consumption efficiency, this goal can be achieved by spring corn cultivation, but in summer cultivation, yield and water productivity do not increase.

Keywords: Drip irrigation, Growth rate, Soil moisture, Water consumption

[1] Academic member of Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran.(*Corresponding author: azolfagharan@yahoo.com)
Received: 25 Feb 2023
Accepted: 22 Jul 2023