doi: 10.22124/c.2018.8910.1384

دانشگاه گیلان
دانشکده علوم کشاورزی

تحقیقات غلات
دوره هشتم/ شماره سوم/ پاییز ۱۳۹۷ (۳۸۵-۳۷۱)

تاثیر تاریخ و روش کاشت بر عملکرد بلال، کارآیی مصرف آب و برخی صفات فنولوژیک ذرت شیرین در یاسوج

حمید محمدزاده[۱]، جعفر اصغری[۲]، هوشنگ فرجی[۳*]، علی مرادی[۴] و مجید مجیدیان[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۸/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۱۰

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تاریخ و روش کاشت بر عملکرد، کارآیی مصرف آب و برخی صفات فنولوژیک ذرت شیرین، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در اراضی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد یاسوج در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. عامل اصلی آزمایش، تاریخ کاشت در پنج سطح (۱۵ و ۳۰ اردیبهشت، ۱۵ و ۳۰ خرداد و ۱۵ تیر) و عامل فرعی، روش کاشت در سه سطح (کاشت بذر به‌روش متداول، کاشت نشای ۱۵ روزه و کاشت نشای ۲۰ روزه) بود. نتایج نشان داد که برهمکنش تاریخ و روش کاشت بر عملکرد بلال و کارآیی مصرف آب معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاشت نشای ۱۵ روزه در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه، دارای بیش‌ترین عملکرد دانه کنسروی (۱۶ تن در هکتار) و نشای ۲۰ روزه در تاریخ کاشت ۱۵ تیرماه دارای کم‌ترین عملکرد بلال (۸/۲۴ تن در هکتار) بود. بالاترین کارایی مصرف آب معادل ۲/۹۳ کیلوگرم بر متر مکعب نیز در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت و نشای ۱۵ روزه به‌دست آمد که نسبت به نشای ۲۰ روزه در تاریخ کاشت ۱۵ تیرماه، ۶۶ درصد بیش‌تر بود. اثر تاریخ و روش کاشت بر طول دوره رویشی و تعداد روز از کاشت تا برداشت معنی‌دار شد. با تاخیر در کاشت، طول دوره رویشی گیاه کاهش یافت، به‌طوری‌که بیش‌ترین طول دوره رشد رویشی در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت‌ماه و کم‌ترین آن در تاریخ کاشت ۱۵ تیرماه به‌دست آمد. همچنین، طول دوره رویشی در روش کاشت نشایی کم‌تر از روش کاشت بذری بود، به‌طوری‌که کاشت بذر با طول دوره رشد ۸۷/۴ روز بیش‌ترین و کاشت نشای ۲۰ روزه با ۷۷/۱ روز کم‌ترین طول دوره رشد را داشتند. علاوه بر آن، روش کاشت نشایی قند دانه را نیز افزایش داد. در مجموع، نتایج این تحقیق نشان داد که با کاربرد نشا، بلوغ گیاه تسریع می‌شود و بنابراین، در شرایطی که گیاه ممکن است با عوامل نامساعد آب و هوایی برخورد کند، می‌توان با کاربرد نشا، طول دوره رشد محصول را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: آب مصرفی، تعداد روز از کاشت تا برداشت، طول دوره رویشی، عملکرد دانه کنسروی

۱- دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۳- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران
۴- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران
۵- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
* نویسنده مسئول: hooshangfarajee.yu.ac.ir@gmail.com

مقدمه

ذرت شیرین (Sweet corn) با نام علمی *Zea mays* var. Saccharata یکی از غلات گرمسیری خانواده گرامینه است. ذرت شیرین یک گیاه تغییریافته ژنتیکی از ذرت معمولی است که این تغییر ژنتیکی باعث تجمع قندها و پلی‌ساکاریدهای محلول در آندوسپرم شده است (Oktem *et al.*, 2010). ذرت شیرین عمدتاً به‌منظور استفاده از میوه آن (بلال) کشت و به‌صورت کنسروی، بلالی، آب‌پز و تازه در سوپ و سالاد استفاده می‌شود.

تاریخ کاشت ذرت شیرین نه‌تنها بر سرعت جوانه‌زنی بذرها موثر است، بلکه کلیه مراحل فنولوژیک گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. فارسیانی و همکاران (Farsiani *et al.*, 2011) با بررسی تاثیر تاریخ کاشت بر عملکرد بلال ذرت شیرین در کرمانشاه بیان کردند که بیش‌ترین عملکرد بلال در تاریخ کاشت زودهنگام به‌دست آمد و در واقع، بیش‌ترین عملکرد بلال زمانی به‌دست آمد که مراحل گلدهی تاسل، گرده‌افشانی بلال و مرحله شیری ذرت شیرین با گرمای هوا برخورد نداشت. فریدونی و همکاران (Fereidooni *et al.*,2016) در یاسوج با بررسی تاریخ‌های کاشت بر کارآیی مصرف آب ذرت شیرین بیان کردند که در تاریخ کاشت ۱۵ فروردین‌ماه، بیشترین کارآیی مصرف آب معادل ۲/۲ کیلوگرم بر مترمکعب آب مصرفی به‌دست آمد.

استفاده از نشاهای جوانه‌زده در شرایط گلخانه و انتقال آن به مزرعه، زودرسی محصول را مضاعف می‌کند، به‌طوری که با استفاده از نشا، دوره رشد محصول جلو انداخته می‌شود. فانادزو و همکاران (Fanadzo *et al.*,2010) بیان کردند که با کاربرد نشا ذرت با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه در مقایسه با کاشت متداول بذر، بلوغ گیاه حدود ۱۰ الی ۱۵ روز تسریع شد و بنابراین با کاهش طول دوره رشد، مصرف آب در مقایسه با کاشت متداول کاهش یافت. اروز و اسلزاک (Orosz and Slezak, 2010) در مجارستان بیان کردند که کاشت زودهنگام بذر ذرت تاثیر مطلوبی بر وزن هزار دانه ذرت داشت، به‌طوری که کاشت زودهنگام در مقایسه با کاشت متداول بذر در منطقه، برداشت را به‌مدت ۱۶ روز جلوتر انداخت و نهایتاً باعث عدم برخورد دوره پرشدن دانه با گرمای آخر فصل شد. الحامد و همکاران (El-Hamed *et al.*, 2011) گزارش کردند که استفاده از نشا ذرت شیرین ابزاری جهت افزایش تولید و عملکرد گیاه است. راتین و همکاران (Rathin *et al.*, 2015) بیان کردند که کاشت نشای ذرت شیرین باعث جذب بیش‌تر نور در مرحله پرشدن دانه، افزایش راندمان استفاده از نور، شاخص برداشت و نهایتاً عملکرد دانه شد (Sanchez Andonova *et al.*, 2014).

خالد و همکاران (Khalid *et al.*, 2012) بیان کردند که استفاده از نشا ذرت، سبز شدن و استقرار گیاه را در مزرعه افزایش داد و باعث افزایش یکنواختی محصول شد. غیاث‌آبادی و همکاران (Ghias Abadi *et al.*, 2014) با بررسی تاثیر نشاکاری بر شاخص‌های رشد و عملکرد ذرت در مشهد بیان داشتند که نشای سه هفته‌ای و تاریخ کاشت زودهنگام، دارای بیش‌ترین تأثیر بر عملکرد محصول بود. کورو و همکاران (Coro *et al.*, 2014) در آرژانتین نشان دادند که استفاده از نشا ذرت ، باعث توسعه سطح برگ، افزایش جذب نور، کارآیی مصرف آب و عملکرد ذرت در واحد سطح در مقایسه با روش کاشت متداول بذر شد. گزارش‌ها نشان می‌دهند که تغییرات وزن خشک ساقه، برگ و بلال، با گذشت زمان در کاشت نشا و متداول بذر ذرت مشاهده شد، اما تجمع ماده خشک گیاه در کاشت متداول بذر بیش‌تر بود (Andonova *et al.*, 2014).

منطقه یاسوج به‌علت داشتن شرایط آب و هوایی معتدل، جهت کاشت ذرت شیرین بهاره مناسب است، اما وجود شرایط دمایی نامناسب اولیه جهت سبز شدن ذرت شیرین در مزرعه در اردیبهشت‌ماه یک محدودیت قابل درنگ در این باره می‌باشد (Fereidooni and Farajee, 2016). بر همین اساس، به‌نظر می‌رسد که بتوان با استفاده از تاریخ کاشت و کاشت نشا، ذرت شیرین خارج از فصل تولید کرد. در رابطه با کاشت نشای ذرت شیرین و مقایسه آن با کاشت بذر، اطلاعات اندکی وجود دارد و این ارزیابی تا کنون در ایران به‌عمل نیامده است. از این‌رو، پژوهش حاضر اجرا شد که هدف از آن، امکان‌سنجی تولید محصول با استفاده از روش کاشت نشایی در تاریخ‌های مختلف کاشت و ارزیابی طول دوره رشد محصول بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی آزمایش، تاریخ کاشت در پنج سطح شامل: ۱- کاشت در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه، ۲- کاشت در تاریخ ۳۰ اردیبهشت‌ماه، ۳- کاشت در تاریخ ۱۵ خردادماه، ۴- کاشت در تاریخ ۳۰ خردادماه و ۵- کاشت در تاریخ ۱۵ تیرماه و عامل فرعی، روش‌های کاشت ذرت شیرین در سه

سطح شامل: ۱- کاشت بذر به‌روش متداول، ۲- کاشت نشا ۱۵ روزه (مرحله سه برگی) و ۳- کاشت نشا ۲۰ روزه (مرحله چهار برگی) بود.

ابعاد کرت‌های آزمایشی ۶×۳ متر، فاصله بین بلوک‌ها و بین کرت‌های اصلی از یکدیگر سه متر و فاصله بین کرت‌های فرعی از یکدیگر دو متر در نظر گرفته شد. مقادیر کودهای شیمیایی مصرف شده بر اساس نتایج آزمایش خاک مزرعه آزمایشی (جدول ۱) انجام شد که شامل: ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (از منبع اوره)، ۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر (از منبع سوپر فسفات تریپل) و ۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم (از منبع سولفات پتاسیم) بود. تمامی کودهای سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم در مرحله قبل از کاشت به‌صورت یکنواخت در سطح مزرعه پخش و به‌طور کامل با خاک مخلوط شدند. کود نیتروژن نیز در دو مرحله (دو سوم پس از مرحله تنک کردن و یک سوم باقیمانده در مرحله ظهور گل‌تاجی) به خاک اضافه شد. رقم ذرت شیرین مورد استفاده در این آزمایش، هیبرید تمپتیشن (Temptation) بود که از شرکت فلات بذر تهران تهیه شد. بذرها با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر روی ردیف‌های کاشت، ۷۵ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و تراکم اولیه ۶۶/۰۰۰ بوته در هکتار در عمق پنج تا هفت سانتی‌متری خاک با دست کشت شدند.

به‌منظور تولید نشا و کاشت نشای ذرت شیرین در تاریخ‌های مورد نظر، ابتدا بذرها حدود ۲۰-۱۵روز در سینی‌های نشا در گلخانه پرورش یافتند. زمانی که نشاها وارد مرحله سه تا چهار برگی (حدود ۱۵ تا ۲۰ روز پس از کاشت بذر در سینی نشا) شدند، انتقال نشاها به مزرعه تحقیقاتی انجام شد. پس از اتمام عملیات کاشت و جهت سبزشدن یکنواخت مزرعه، دو نوبت آبیاری به فاصله دو روز صورت گرفت. پس از ۴-۳ برگی شدن گیاهان، بوته‌های اضافی تنک شدند و فقط یک بوته در هر کپه باقی گذاشته شد.

در زمان رسیدگی محصول و جهت برداشت نهایی، بلال‌های دو متر مربع از قسمت میانی کرت‌ها با رعایت حاشیه از ابتدا و انتهای هر ردیف، برداشت و توزین شد. سپس دانه‌های بلال‌ها جدا و عملکرد دانه کنسروی (تر) توزین شد. جهت اندازه‌گیری عملکرد زیستی نیز مساحت دو متر مربع از قسمت میانی هر کرت با رعایت حاشیه از ابتدا و انتهای هر ردیف، کف‌بر شد. کارآیی مصرف آب و کارآیی زیستی مصرف آب به‌ترتیب از طریق روابط (۱) و (۲) محاسبه شدند (Farre and Faci, 2006):

$$WUE_{(Dry\ grain)} = \frac{GY}{W_{ap}} \quad (۱)$$

$$WUE_{(Biologic)} = \frac{DM}{W_{ap}} \quad (۲)$$

که در آن‌ها، $WUE_{(Dry\ Grain)}$ کارآیی مصرف آب، $WUE_{(Biologic)}$ بهره‌وری زیستی مصرف آب و GY، DM و W_{ap} به‌ترتیب کیلوگرم دانه تولید شده، کیلوگرم ماده خشک تولید شده و مترمکعب آب مصرفی است.

تعداد دانه در بلال، تعداد ردیف بلال و تعداد کل دانه نیز از طریق نمونه‌های تصادفی پنج عضوی و محاسبه میانگین آن‌ها به‌دست آمد. وزن هزار دانه نیز از توزین چهار نمونه تصادفی ۵۰۰ دانه‌ای از هر کرت و محاسبه میانگین وزن هزار دانه به‌دست آمد. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

تعداد دانه در بلال

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تاریخ و روش کاشت بر تعداد دانه در بلال معنی‌دار بود (جدول ۲). کاشت زودهنگام، باعث افزایش تعداد دانه در بلال در مقایسه با کاشت دیرهنگام شد که با یافته‌های کوکا و کاناوار (Koca and Canavar, 2014) مطابقت داشت. بیش‌ترین تعداد دانه در بلال در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت (۴۳۷/۵ دانه) و کم‌ترین آن در تاریخ کاشت ۱۵ تیرماه (۳۰۲/۳ دانه) به‌دست آمد (جدول ۴). مقایسه میانگین بین روش‌های کاشت نشان داد که کاشت بذر به‌روش متداول نسبت به کاشت نشای سه و چهار برگی به‌ترتیب ۱۵ و ۱۷ درصد تعداد دانه در بلال بیش‌تری تولید کرد (جدول ۴)، که احتمالاً به‌دلیل رشد و نمو بهتر محصول باشد. لاو اوگبومو و رمیسن (Law-Ogbomo and Remison, 2009) نیز عنوان کردند که این امر می‌تواند ناشی از فتوسنتز مطلوب برگ‌ها و افزایش انتقال مواد پرورده به بخش‌های اقتصادی گیاه مانند دانه و بلال در روش کاشت متداول باشد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر

Table 1. Chemical and physical characteristics of the experimental soil at a depth of 0-30 cm

Available K (ppm)	Available P (ppm)	pH (1:1)	Total nitrogen (%)	EC ($dS.m^{-1}$)	Organic carbon (%)	Soil texture
211	9.1	7.83	0.21	0.30	1.06	Clay loamy

طول دوره جوانه‌زنی تیمار کاشت نشا در مقایسه با تیمار بذری به‌دلیل بلوغ سریع‌تر در شرایط گلخانه‌ای قبل از انتقال به زمین اصلی، کوتاه‌تر بود، همچنین طول دوره رشد در تیمار نشایی کاهش یافت و در نتیجه زمان کم‌تری جهت ساخت مواد پرورده وجود داشت و از این‌رو تعداد دانه در بلال کاهش یافت. فریدونی و همکاران (Fereidooni *et al.*, 2016) بیان کردند که بیش‌ترین تعداد دانه در بلال در تیمارهایی به‌دست آمد که طول دوره رشد آن‌ها با شرایط آب و هوایی مطلوب (به‌ویژه کشت بهاره) برخورد کرد.

تعداد ردیف بلال

تاثیر تیمارهای آزمایشی بر تعداد ردیف بلال معنی‌دار نبود (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد که این صفت بیش‌تر تحت تأثیر ژنتیک گیاه قرار می‌گیرد. به‌عقیده دستفال و همکاران (Dastfal *et al.*, 1997)، معنی‌دار نشدن اثر تیمارهای مختلف بر تعداد ردیف در بلال، نشان‌دهنده ثبات نسبی این جزء از عملکرد دانه در مقابل تغییرات محیطی است. از آنجایی که تعداد نهایی ردیف دانه در بلال پیش از بقیه اجزای عملکرد روی ناحیه نموی بلال تعیین می‌شود، احتمالاً در مرحله تعیین تعداد ردیف دانه در بلال رقابت چندانی بین مقصدهای فیزیولوژیک برای مواد پرورده وجود ندارد. فیض‌بخش و همکاران (Feizbakhsh *et al.*, 2007) نیز عنوان کردند که تعداد ردیف دانه در بلال بیش‌تر تحت تأثیر ژنتیک گیاه می‌باشد و کم‌تر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد.

تعداد دانه در ردیف بلال

تاثیر تاریخ و روش کاشت بر صفت تعداد دانه در ردیف در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تاریخ کاشت ۱۵ تیرماه سبب کاهش ۳۰ درصدی تعداد دانه در ردیف بلال در مقایسه با تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت‌ماه شد. کاشت معمول بذر با ۲۴/۷ دانه بیش‌ترین تعداد دانه در ردیف بلال را داشت و کم‌ترین آن در کاشت نشای ۲۰ روزه (۲۱/۳ دانه) مشاهده شد که با نشای ۱۵ روزه (۲۱/۹ دانه) اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). اختلاف تعداد دانه‌های تولید شده در تاریخ‌های مختلف کاشت به این معنی است که با توجه به طول دوره رشد گیاه، شرایط محیطی در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت‌ماه مناسب بوده و عمل گرده‌افشانی و تلقیح گل‌ها که از حساسیت بالایی نسبت به شرایط محیطی به‌ویژه دما و رطوبت برخوردار است، به‌خوبی صورت گرفته است. انطباق زمان گلدهی با دماهای مناسب‌تر و گرده‌افشانی بهتر، می‌تواند دلیل افزایش تعداد دانه در ردیف بلال در تاریخ کاشت زودتر باشد. علت کاهش تعداد دانه در ردیف بلال در کشت دیرهنگام را می‌توان مربوط به کوتاه شدن دوره رشد رویشی و کاهش میزان کربوهیدرات‌ها و مواد معدنی انتقال‌یافته به دانه به‌دلیل افزایش شدید دما دانست. نتایج آزمایش نادری و همکاران (Naderi *et al.*, 2010) در ذرت نشان داد که با تاخیر در کاشت، تعداد دانه در ردیف کاهش یافت. کوتاه‌تر بودن فصل رشد و در معرض قرار گرفتن دمای بالا در زمان گرده‌افشانی، می‌تواند سبب کاهش تعداد دانه در ردیف بلال در تیمارهای نشایی شود. گیلانی و همکاران (Guilani *et al.*, 2003) گزارش دادند که نشای ۲۵ روزه، دارای بیش‌ترین تعداد دانه در خوشه بود و با افزایش سن نشا، تعداد دانه در خوشه از ۱۴۳ دانه در نشای ۲۵روزه به ۱۲۴ عدد در نشای ۴۵ روزه کاهش یافت که علت آن را به افزایش طول دوره رشد گیاه و نیز افزایش میزان سرعت رشد در زمان ظهور خوشه در نشاهای ۲۵ روزه نسبت دادند.

وزن هزار دانه

تاثیر روش کاشت بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). کاشت نشای ۲۰ روزه، سبب کاهش ۱۳ درصدی وزن هزار دانه نسبت به کاشت بذر به‌روش متداول شد. وزن دانه ذرت در اوایل کاکل‌دهی، یعنی هنگام تشکیل سلول‌های آندوسپرم و نیز طی دوره پرشدن دانه تعیین می‌شود. تأمین مواد فتوسنتزی کافی جهت پرشدن دانه‌های بلال در طول این دوره، عامل مهم و تعیین‌کننده‌ای، جهت تعیین تعداد و وزن دانه‌ها است.

جدول ۲- تجزیه واریانس تاثیر تاریخ و روش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین تحت

Table 2. Analysis of variance of the effect of sowing date and method on yield and yield components of sweet corn

Source of variations	df	Mean squares							
		No. of grains per ear	No. of rows per ear	No. of grains per row	1000 grain weight	Ear yield	Canned grain yield	Biological yield	Harvest index
Replication (R)	2	8265.79	8.43	18.81	2360.72	0.37	0.25	0.10	7.87
Sowing date (S)	4	23111.47**	0.41^{ns}	85.34**	2614.89^{ns}	42.07**	11.57**	15.97**	335.52**
R × S	8	1537.47	0.97	2.58	1386.06	0.10	0.01	0.48	2.63
Cultivation method (M)	2	16563.46**	0.79^{ns}	48.87**	8040.60**	20.16**	4.55**	47.64**	174.69**
S × M	8	1694.86^{ns}	0.63^{ns}	3.42^{ns}	2814.61^{ns}	1.62*	0.34*	2.44^{ns}	33.98**
Error	20	2557.80	2.23	4.00	1223.90	0.51	0.11	0.95	6.43
CV (%)	-	13.74	9.26	8.82	12.43	5.99	6.78	3.73	5.58

^{ns}, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳- تجزیه واریانس کارآیی مصرف آب و صفات فنولوژیک ذرت شیرین تحت تاثیر تاریخ و روش کاشت

Table 3. Analysis of variance of the effect of sowing date and method on water use efficiency and phenological characteristics of sweet corn

Source of variations	df	Mean squares							
		Water use efficiency	Biological water use efficiency	Water consumption	Vegetative period duration	Reproductive period duration	Filling period duration	Days from cultivation to harvest	Total sugar content
Replication (R)	2	0.35	0.02	86316.07	34.68	32.15	16.82	133.48	2.35
Sowing date (S)	4	0.53**	2.38**	3060445.64**	22.35*	65.58*	12.27**	163.63**	3.20**
R × S	8	0.02	0.20	118869.76	4.27	10.32	1.37	23.26	0.24
Cultivation method (M)	2	0.81**	2.07**	126.07**	68.02**	162.68**	36.02**	440.55**	1.15**
S × M	8	0.06*	0.12*	175.51^{ns}	2.52^{ns}	10.35^{ns}	1.07^{ns}	22.33^{ns}	0.09^{ns}
Error	20	0.02	0.04	189.29	7.68	15.45	4.20	40.84	0.16
CV (%)	-	6.48	3.73	0.28	8.95	7.80	9.26	7.85	7.96

^{ns}, * and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین آثار اصلی تاریخ و روش کاشت بر اجزای عملکرد و صفات فنولوژیک ذرت شیرین

Table 4. Mean comparison of the effects of sowing date and method on yield components and phenological characteristics of sweet corn

Experimental Factors	No. of grains per ear	No. of rows per ear	No. of grains per row	1000 grain weight (g)	Vegetative period duration	Reproductive period duration	Grain filling period duration	Days from sowing to harvest	Total sugar content (g)
Sowing date									
SD_1 = May 4	437.5a	16.1a	26.9a	305.5a	32.8a	53.8a	23.0a	86.7a	5.7a
SD_2 = May 19	388.8b	15.9a	24.2b	288.5ab	31.4ab	51.4ab	23.0a	82.8ab	4.8bc
SD_3 = June 4	369.7bc	16.4a	22.3c	277.9ab	31.6ab	51.1ab	22.5a	82.7ab	4.4c
SD_4 = June 19	341.6cd	16.2a	20.9c	275.0ab	30.1bc	48.4bc	21.7a	78.5bc	5.0b
SD_5 = July 5	302.3d	15. 8a	18.8d	259.5b	28.7c	47.0c	20.2b	75.7c	5.8a
Sowing method									
ST_1	406.2a	16.3a	24.7a	293.8a	33.4a	54.0a	23.8a	87.4a	4.4b
ST_2	351.7b	15.9a	21.9b	295.5a	30.1b	49.3b	21.5b	79.4b	5.0a
ST_3	346.0b	16.0a	21.3b	254.6b	29.4b	47.7b	20.9b	77.1b	4.9a

Means followed by the similar letters in each column are not significantly differen by LSD test at 5% probability level.

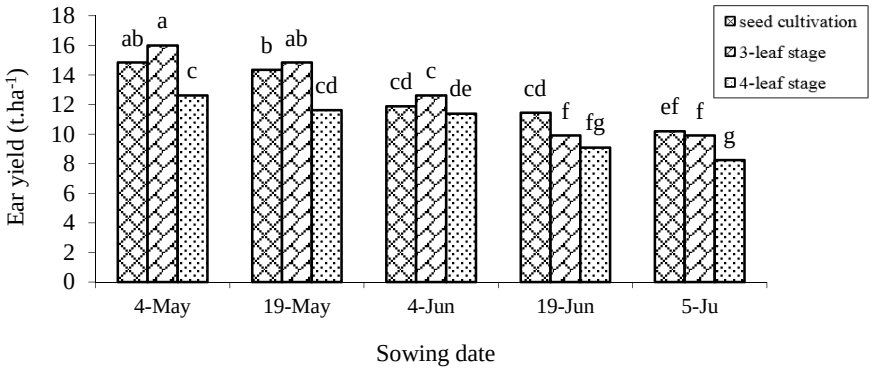
عملکرد بلال

نتایج نشان داد که برهمکنش تاریخ و روش کاشت بر عملکرد بلال در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین عملکرد بلال در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت و نشای ۱۵ روزه (۱۶ تن در هکتار) و کم‌ترین عملکرد بلال در تاریخ ۱۵ تیرماه و نشای ۲۰ روزه (۸/۲۴ تن در هکتار) به‌دست آمد (شکل ۱). به‌نظرمی‌رسد که تأخیر در کاشت، به‌دلیل مواجه شدن دوره رشد ذرت با کاهش دمای منطقه در انتهای دوره رشد، باعث ایجاد تـنش در گیاه می‌شود و می‌تواند بر رشد و عملکرد آن تأثیر منفی داشـته باشد.

طول فصل رشد مناسب و انطباق مراحل فنولوژیک به‌ویژه مراحل گلدهی و پرشدن دانه‌ها بـا طول روز و دمای مطلوب‌تر، می‌تواند دلیل برتری تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت‌ماه باشد. نیگام و همکاران (Nigam *et al.*, 1998) گزارش کردند که تاریخ‌های کاشت دیرتر، احتمال بروز تنش‌هایی که بر عملکرد و اجزای آن اثر منفی دارند را افزایش می‌دهد. مطابق با یافته‌های این پژوهش، کوکا و کاناوار (Koca and Canavar, 2014) هم گزارش دادند که تاریخ کاشت‌های دیرهنگام، دوره رشد کوتاه‌تری دارند و به سبب آن، تولید گیاهی کاهش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد که در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت‌ماه، دوره گرده‌افشانی و پرشدن دانه‌ها با گرمای هوا مواجه شد و تیمار کاشت نشا در مقایسه با تیمار بذری، به‌دلیل بلوغ سریع‌تر، کم‌تر با هوای گرم مواجه شد، اما با افزایش سن نشا، عملکرد دانه کاهش یافت. مطابق با این یافته‌ها، گیلانی و همکاران (Guilani *et al.*, 2003) گزارش کردند که نشای ۲۵ روزه با میانگین عملکرد دانه ۴/۶ تن در هکتار نسبت به نشاهای ۳۵ و ۴۵ روزه به‌ترتیب ۱۲ و ۱۶ درصد برتری عملکرد داشت. اسمیت و همکاران (Smith *et al.*, 2012) علت کاهش عملکرد دانه در کاشت متداول بذر ذرت را در مقایسه با روش نشایی، برخورد دوره پرشدن دانه با گرمای آخر فصل در کاشت متداول بذر عنوان کردند؛ به‌طوری که استفاده از روش کاشت نشا با بهبود شرایط رشد گیاه، باعث زودرسی محصول شد و عملکرد ذرت افزایش یافت.

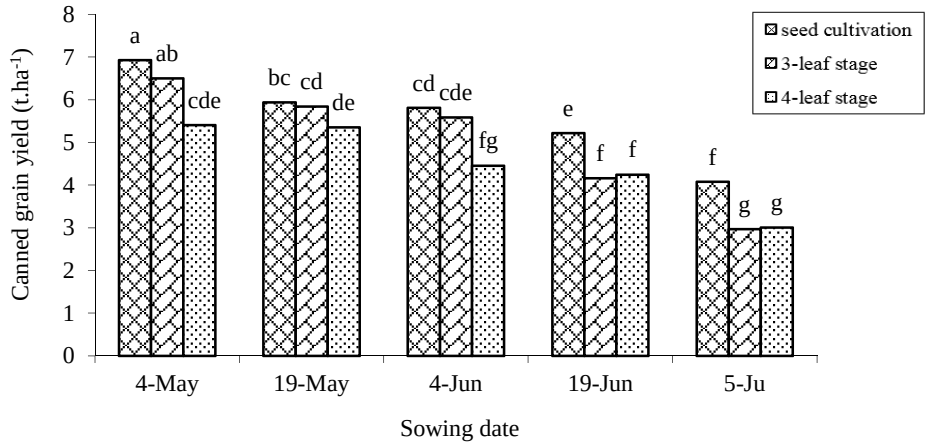
عملکرد دانه کنسروی

برهمکنش تاریخ و روش کاشت بر عملکرد دانه کنسروی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). کاشت بذر به‌روش متداول در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه بیش‌ترین عملکرد دانه کنسروی (۶/۹۳ تن در هکتار) و کاشت نشای سه برگی (۱۵ روزه) در تاریخ ۱۵ تیرماه کم‌ترین عملکرد دانه کنسروی (۲/۹۷ تن در هکتار) را به خود اختصاص داد (شکل ۲). با توجه به افزایش تعداد دانه در بلال که متاثر از تعداد دانه در ردیف و تعداد ردیف در بلال است و با توجه به افزایش وزن هزار دانه در تیمار کاشت بذر به‌روش متداول در تمامی تاریخ‌های کاشت (جدول ۴)، قابل انتظار است که بیش‌ترین عملکرد دانه کنسروی در تیمار کاشت بذر به‌روش متداول به‌دست آید. اما چون در نشاکاری دیرهنگام، شرایط محیطی مناسب برای فتوسنتز گیاه فراهم نیست، از این‌رو برای کاشت‌های دیرهنگام توصیه نشده است (Rabiei *et al.*, 2011). به‌همین دلیل، زمان کاشت نشا عامل بسیار مهمی در افزایش عملکرد دانه در ذرت است.



شکل ۱- برهمکنش تاریخ و روش کاشت بر عملکرد بلال. میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف آماری معنی‌داری با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Figure 1. Interaction effect of sowing date and method on ear yield. Means followed by the similar letters are not significantly different by LSD test at 5% probability level.



شکل ۲- برهمکنش تاریخ و روش کاشت بر عملکرد دانه کنسروی. میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف آماری معنی‌دار با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

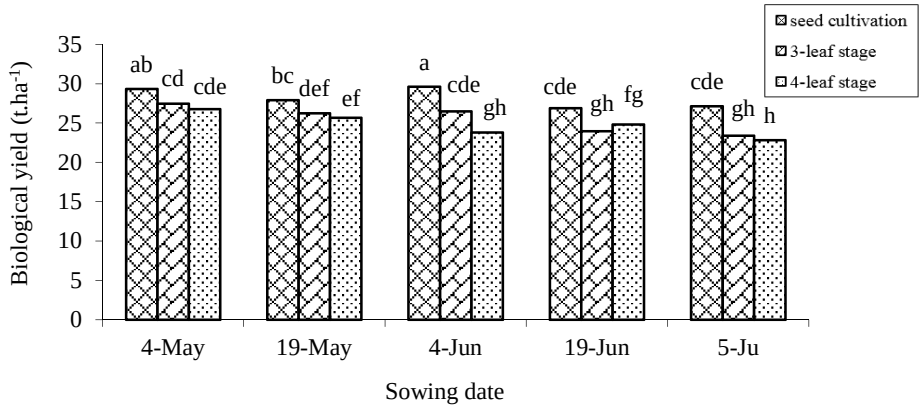
Figure 2. Interaction effect of sowing date and method on canned grain yield. Means followed by the similar letters are not significantly different by LSD test at 5% probability level.

فانادزو و همکاران (Fanadzo *et al.*, 2010) نیز نشان دادند که نشاکاری در مقایسه با کاشت مستقیم بذر در ذرت علوفه‌ای، عملکرد را افزایش داد. در مقابل، در نشاکاری دیرهنگام، به‌نظر می‌رسد که گیاه نمی‌تواند به‌اندازه کافی از شرایط محیطی (دما، تشعشع و دی‌اکسیدکربن) برای فتوسنتز و تولید شیره پرورده استفاده کند و در نتیجه عملکرد کاهش می‌یابد (Rabiei *et al.*, 2011).

عملکرد زیستی

برهمکنش تاریخ و روش کاشت بر عملکرد زیستی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). کاشت بذر به‌روش معمول در تاریخ ۱۵ خردادماه، دارای بیش‌ترین عملکرد زیستی (۲۹/۵ تن هکتار) بود که نسبت به‌روش کاشت مشابه در ماه قبل (۱۵ اردیبهشت‌ماه) اختلاف معنی‌داری (۲۹/۳ تن هکتار) مشاهده نشد. کم‌ترین عملکرد زیستی در بین تمام تاریخ‌های کاشت نیز متعلق به نشای ۲۰ روزه بود و در بین آن‌ها نیز کم‌ترین عملکرد زیستی در تاریخ کاشت ۱۵ تیرماه (۲۲/۸ تن در هکتار) به‌دست آمد (شکل ۳).

رشد رویشی و عملکرد گیاه تابع دمای محیط در مراحل مختلف رشد است و به‌ویژه عملکرد که تابع دمای محیط در زمان لقاح و انتقال مواد فتوسنتزی به‌طرف دانه‌ها است. در شرایط مطلوب تاریخ کاشت، رشد رویشی بسیار مطلوب است و در زمان ظهور اندام‌های زایشی و تلقیح، چون دمای محیط کاملاً با شرایط بهینه گیاه جهت تلقیح مطابقت داشت، بنابراین تجمع ماده خشک افزایش بیش‌تری نشان داد. به‌نظر می‌رسد که با توجه به فراهم بودن شرایط مطلوب آب و هوایی از جمله دما و رطوبت نسبی هوا جهت رشد گیاه در تیمار کاشت بذر و نشا در تاریخ‌های ۱۵ اردیبهشت و خرداد، بیش‌ترین میزان عملکرد زیستی به‌دست آمد، اما در تاریخ کاشت دیرتر، احتمالاً گیاه طی گذراندن دوره رشد رویشی با محدودیت افزایش دما و کاهش رطوبت نسبی هوا مواجه شد و همین امر موجب ورود سریع‌تر گیاه به مرحله زایشی شد و در نتیجه رشد رویشی و عملکرد زیستی گیاه کاهش یافت. این محدودیت‌ها باعث شد که کم‌ترین میزان عملکرد زیستی در تیمار کاشت نشای ۲۰ روزه در ۱۵ تیرماه به‌دست آید (شکل ۳). سانچز آندونوا و همکاران (Sanchez Andonova *et al.*, 2014) با کاربرد نشا در تولید ذرت شیرین در آرژانتین بیان کردند که شاخص سطح برگ در کاشت نشایی در مقایسه با کاشت مستقیم بذر کاهش یافت. به‌طور کلی، از آنجا که کاشت نشا باعث زودرسی و بلوغ سریع‌تر ذرت شیرین شد، به تبع آن، میزان عملکرد زیستی نسبت به کاشت متداول بذر کم‌تر شد.



شکل ۳- برهمکنش تاریخ و روش کاشت بر عملکرد زیستی. میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف آماری معنی‌دار با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Figure 3. Interaction effect of sowing date and method on biological yield. Means followed by the similar letters are not significantly different by LSD test at 5% probability level.

شاخص برداشت

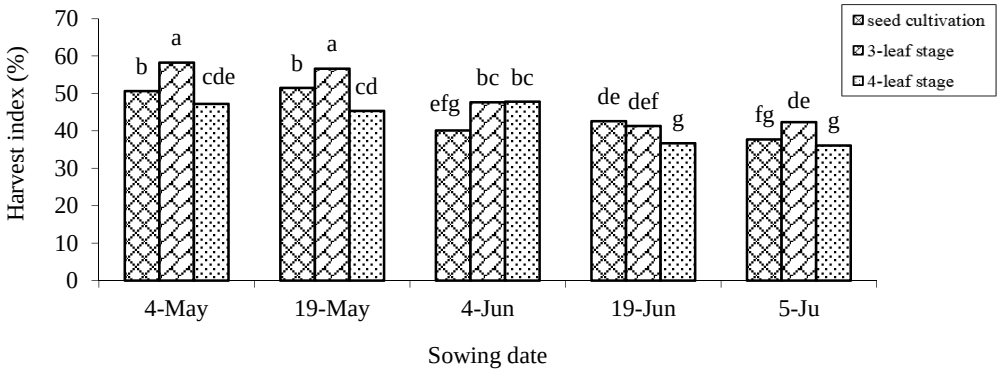
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که برهمکنش تاریخ و روش کاشت بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). تأخیر در کاشت موجب کاهش شاخص برداشت شد. کاشت نشای ۱۵ روزه در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت‌ماه دارای بیش‌ترین شاخص برداشت (۵۸/۲۸ درصد) بود که با روش کاشت مشابه ۱۵ روز بعد اختلاف معنی‌داری (۵۶/۶۳ درصد) نداشت. کم‌ترین شاخص برداشت نیز مربوط به روش کاشت نشای ۲۰ روزه در تاریخ ۱۵ تیرماه (۳۶/۰۷ درصد) بود که با همین روش کاشت در تاریخ ۳۰ خرداد تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۴).

در تاریخ کاشت ۱۵ تیرماه، علاوه بر پایین بودن عملکرد زیستی، مشکل مصادف شدن مرحله پرشدن دانه‌ها با سرما و کاهش دمای آخر فصل وجود داشت و به دلیل عدم انتقال کافی مواد پرورده به طرف دانه‌ها، شاخص برداشت کاهش یافت. افزایش شاخص برداشت در تیمار کاشت نشایی در مقایسه با تیمار کاشت متداول بذر، به‌دلیل کاهش مخرج کسر شاخص برداشت یعنی عملکرد زیستی بود. مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر، سانچز آندونوا و همکاران (Sanchez Andonova *et al.*, 2014) نیز عنوان کردند که شاخص برداشت در روش کاشت نشایی بیش‌تر از کاشت متداول بذر در ذرت شیرین بود.

کارایی مصرف آب

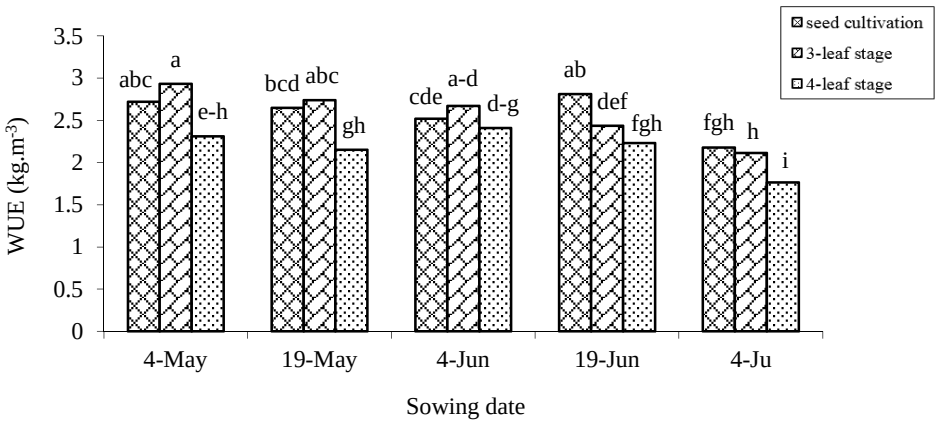
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش تاریخ و روش کاشت بر کارایی مصرف آب در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بالاترین کارایی مصرف آب معادل ۲/۹۳ کیلوگرم بر متر مکعب در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت‌ماه و نشای ۱۵ روزه حاصل شد که نسبت به نشای ۲۰ روزه در تاریخ کاشت ۱۵ تیرماه، ۶۶ درصد کارایی بیش‌تری داشت.

به‌نظر می‌رسد که در روش کاشت نشایی ذرت شیرین در مقایسه با کاشت بذر به‌روش متداول، کاهش مصرف آب و کم‌ترشدن مخرج کسر کارآیی مصرف آب، باعث افزایش کارآیی مصرف آب گیاه یابد (شکل ۵). افزایش کارآیی مصرف آب در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت‌ماه در مقایسه با تاریخ‌های کاشت دیرتر، احتمالاً به‌دلیل مطلوب بودن شرایط آب و هوایی (کاهش تبخیر آب)، افزایش فرایند فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی جهت رشد و نمو محصول و همچنین کاهش مصرف آب بود. دهقانی و همکاران (Dehghani *et al.*, 2014) در بررسی تأثیر نشاکاری بر عملکرد پنبه و کارآیی مصرف آب آبیاری گزارش کردند که بیش‌ترین مقدار کارآیی مصرف آب با میانگین ۰/۶۲ کیلوگرم بر متر مکعب از تیمار انتقال نشا پس از ۲۰ روز و کم‌ترین مقدار آن از تیمار انتقال نشا پس از ۴۰ روز با میانگین ۰/۴۱ کیلوگرم بر متر مکعب به‌دست آمد. همچنین، کارآیی مصرف آب آبیاری در روش کاشت بذر به‌روش متداول و انتقال نشا پس از ۳۰ و ۴۰ روز نسبت به انتقال نشا پس از ۲۰ روز به‌ترتیب ۱۷/۷، ۲۲/۵ و ۳۳/۹ درصد کاهش داشت.



شکل ۴- برهمکنش تاریخ و روش کاشت بر شاخص برداشت. میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف آماری معنی‌دار با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Figure 4. Interaction effect of sowing date and method on harvest index. Means followed by the similar letters are not significantly different by LSD test at 5% probability level.

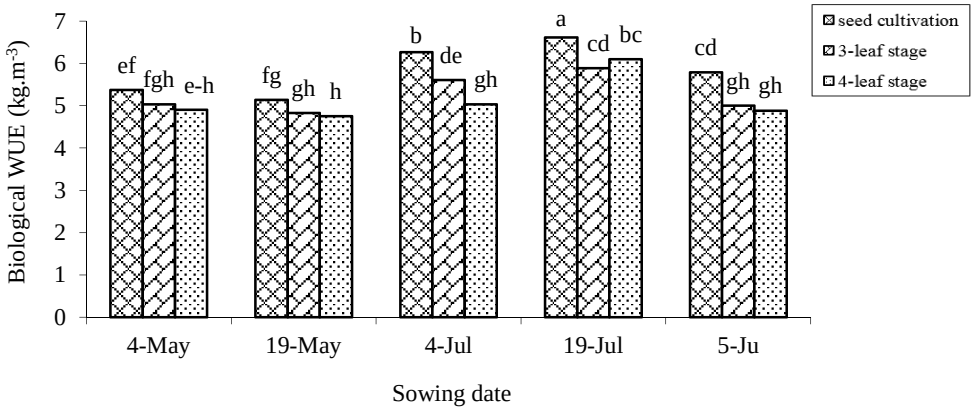


شکل ۵- برهمکنش تاریخ و روش کاشت بر کارآیی مصرف آب. میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف آماری معنی‌دار با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Figure 5. Interaction effect of sowing date and method on water use efficiency (WUE). Means followed by the similar letters are not significantly different by LSD test at 5% probability level.

کارایی زیستی مصرف آب

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر برهمکنش تاریخ و روش کاشت بر کارایی زیستی مصرف آب در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). روش کاشت متداول بذر در تاریخ ۳۰ خردادماه، بالاترین نرخ کارایی زیستی مصرف آب را داشت و نسبت به تیمار نشای ۲۰ روزه در تاریخ ۱۵ تیرماه که کم‌ترین کارایی زیستی مصرف آب را داشت، دارای برتری ۳۵ درصدی بود. با توجه به مخرج کسر کارآیی زیستی مصرف آب که میزان آب مصرفی می‌باشد، بنابراین بدیهی است که با کاهش مخرج کسر، می‌توان میزان کارآیی زیستی مصرف آب را افزایش داد. با مقایسه کارآیی زیستی مصرف آب در تیمارهای مختلف، به‌نظر می‌رسد افزایش کارآیی زیستی مصرف آب در تاریخ کاشت ۳۰ خردادماه در هر دو تیمار نشایی، به‌دلیل کاهش مصرف آب باشد (شکل ۶).

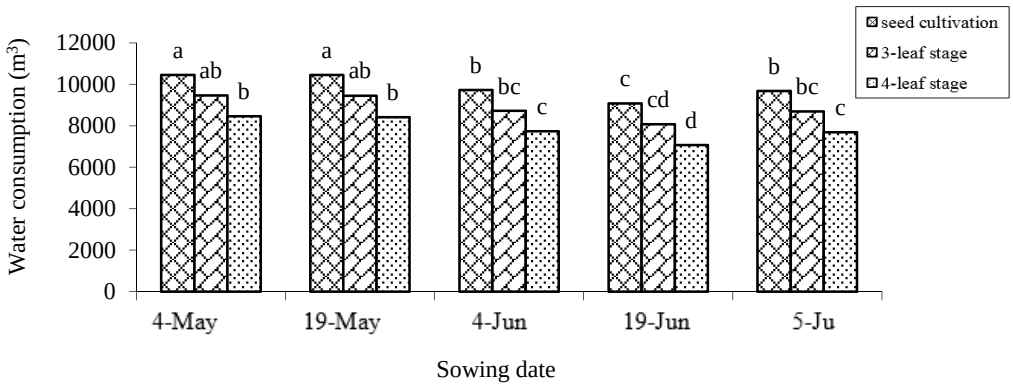


شکل ۶- برهمکنش تاریخ و روش کاشت بر کارآیی زیستی مصرف آب. میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف آماری معنی‌دار با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Figure 6. Interaction effect of sowing date and method on biological water use efficiency. Means followed by the similar letters are not significantly different by LSD test at 5% probability level.

میزان آب مصرفی

کشت بذر در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت‌ماه با مصرف ۱۰۴۵۷ متر مکعب آب در طول فصل رشد دارای بالاترین میزان آب مصرفی بود (شکل ۷). کم‌ترین آب مصرفی نیز با مقدار ۷۰۷۰ متر مکعب در تیمار کاشت نشای ۲۰ روزه در تاریخ کاشت ۳۰ خردادماه مشاهده شد (شکل ۷). کاربرد نشای ۲۰ روزه نسبت به سایر تیمارها آب کم‌تری مصرف کرد (شکل ۷). با افزایش طول دوره رشد محصول در تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت‌ماه نسبت به دیگر تاریخ‌های کاشت، گیاه فرصت بیش‌تری جهت تولید و ذخیره‌سازی مواد فتوسنتزی داشت که به تبع آن، آب بیش‌تری نیز مصرف کرد، در حالی‌که با افزایش دمای هوا در تاریخ کاشت آخر، اگرچه دوره رشد رویشی گیاه کوتاه‌تر شد، اما به‌دلیل افزایش دمای محیط، آب مصرفی بیش‌تری نسبت به تاریخ کاشت خردادماه داشت. فانادزو و همکاران (Fanadzo *et al.*, 2010) بیان کردند که با کاربرد نشا ذرت در مقایسه با کاشت متداول، با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه حدود ۱۰ الی ۱۵ روز گیاه سریع‌تر به بلوغ رسید و بنابراین با کاهش طول دوره رشد، مصرف آب در مقایسه با کاشت متداول کاهش یافت. با مصرف میزان مشخصی از حجم آب مصرفی در کاشت بذر و نشا ذرت می‌توان در مقدار آب صرفه‌جویی کرد و به‌میزان قابل توجه‌ای بهروری آب را افزایش داد (Jinxia *et al.*, 2012).



شکل ۷- برهمکنش تاریخ و روش کاشت بر میزان آب مصرفی. میانگین‌های دارای حروف مشابه، اختلاف آماری معنی‌دار با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Figure 7. Interaction effect of sowing date and method on water consumption. Means followed by the similar letters are not significantly different by LSD test at 5% probability level.

طول دوره رشد رویشی

تاریخ کاشت در سطح احتمال پنج درصد و روش کاشت در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری بر طول دوره رشد داشت (جدول ۳). با تاخیر در کاشت، طول دوره رشد رویشی کاهش یافت، به‌طوری‌که که بیش‌ترین طول دوره رویشی در تاریخ کاشت اول (۱۵ اردیبهشت‌ماه) و کم‌ترین آن در تاریخ کاشت آخر (۱۵ تیرماه) به‌دست آمد. مقایسه میانگین روش‌های کاشت نشان داد که اگرچه اختلاف معنی‌داری بین کاشت نشایی وجود نداشت، اما طول دوره رشد رویشی تیمارهای نشایی کم‌تر از کاشت بذر به روش متداول بود (جدول ۴). رضایی و همکاران (Rezai *et al.*,2011) نیز گزارش کردند که با تأخیر در کاشت، تعداد روز تا ظهور سنبله کاهش یافت. بیش‌ترین تعداد روز تا ظهور سنبله (۲/۱۸۳ روز) مربوط به تاریخ کاشت اول (۱۵ مهر) بود و کم‌ترین تعداد روز تا ظهور سنبله (۲/۱۴۷روز) مربوط بـه تاریخ کاشت پنجم (۱۵آذر) بود. به‌طور کلی، نتایج آزمایش نشان داد که تعداد روز تا ظهور اندام‌های زایشی (طول دوره رویشی) تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت و تأخیر در کاشت موجب کاهش و روند نزولی در زمان ظهور اندام‌های زایشی شد.

طول دوره رشد زایشی

اثر تاریخ کاشت در سطح احتمال پنج درصد و روش کاشت در سطح احتمال یک درصد بر طول دوره رشد زایشی معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیش‌ترین طول دوره رشد زایشی (۵۳/۸ روز) در اولین تاریخ کاشت و کم‌ترین آن (۴۷ روز) در آخرین تاریخ کاشت به‌دست آمد. طولانی‌ترین بازه زمانی دوره زایشی (۵۴ روز) در کاشت معمول بذر و کوتاه‌ترین آن (۴۷/۷ روز) در کاشت نشایی به‌دست آمد (جدول ۴). محققـان دیگر نیز گزارش کردند که نشاکاری در مقایسه بـا کاشت مسـتقیم بذر، دوره رشد کوتاه‌تر و گلدهی سریع‌تری به‌دنبال داشت (Yoshinaga*et al.*,1997). راهنما و بخشنده (Rahnama and Bakhshande, 2005) نیز گزارش کردند که طول دوره گل‌دهی تحت تاثیر تاریخ کاشت قرار گرفت، به‌طوریکه که بیش‌ترین طول دوره زایشی را تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه و روش کاشت نشایی دارا بود و تاریخ‌های کاشت بعدی سبب کاهش طول دوره زایشی در کلزا شد که با یافته‌های حاضر مطابقت داشت.

طول دوره پرشدن دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر تاریخ و روش کاشت در سطح احتمال یک درصد بر طول دوره پر شدن دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۴) نشان داد که کاشت در تاریخ ۱۵ اردیبهشت و ۱۵ تیر به‌ترتیب دارای طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین طول دوره پر شدن دانه بود. اگرچه بین روش‌های نشایی اختلاف معنی‌داری در طول دوره پرشدن مشاهده نشد، اما دوره کوتاه‌تری را نسبت به تیمار کاشت بذر به‌روش متداول داشتند (جدول ۴). به‌طور کلی، چون دوره کاشت تا سبز شدن و دوره رویشی گیاه با تاخیر در کاشت کم شد و در تاریخ‌های کاشت زودتر، گیاه با شرایط مطلوب رشد مواجه بود، از این‌رو طول دوره پرشدن نیز کاهش یافت. به این ترتیب، تاریخ کاشت اول (۱۵ مهر) با طول دوره پر شدن ۷۸/۵۰ روز بیش‌تر از سایر تاریخ‌های کاشت بود و کم‌ترین طول دوره پر شدن دانه (۴۳ روز) را تاریخ کاشت پنجم (۱۵ آذر) داشت (Rezai *et al.*, 2011). مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر، وحدتی‌راد و همکاران (Vahdati Rad*etal.*, 2015) نیز گزارش دادند که با تاخیر در نشاکاری، طول دوره پر شدن دانه برنج کاهش یافت.

تعداد روز از کاشت تا برداشت

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاثیر تاریخ و روش کاشت بر تعداد روز از کاشت تا برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). با فاصله گرفتن از تاریخ کاشت اول، طول دوره رشد گیاه از ۸۶/۷ روز به ۷۵/۷ روز کاهش یافت. این کاهش دوره رشد در روش کاشت نیز مشهود بود، به‌طوری‌که کاشت بذر به‌روش متداول با ۸۷/۴ روز بیش‌ترین و کاشت نشای ۲۰ روزه با ۷۷/۱ روز کم‌ترین طول دوره رشد را داشت (جدول ۴). بر اساس مطالعات مندهام و همکاران (Mendham *et al.*,1990)، تأخیر در کاشت، علاوه بر کاهش طول دوره گلدهی، طول دوره رسیدگی را نیز کاهش داد که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. ربیعی و همکاران (Rabiei *et al.*, 2011) نیز نشان دادند که تاریخ نشاکاری آخر با میانگین ۱۵۶ روز، کم‌ترین و تاریخ نشاکاری اول با میانگین ۲۰۲ روز، طولانی‌ترین دوره رشد را داشتند. همان‌طور که قبلاً نیز گفته شد، با تأخیر در کاشت بخش عمده‌ای از رشد رویشی و زایشی ذرت در شرایطی قرار گرفت که دمای محیط بالاتر بود و مراحل نمو با سرعت بیش‌تر و در مدت زمان کم‌تری سپری شد.

میزان کل قند

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تاریخ و روش کاشت بر میزان قند کل دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). به‌طور کلی، در این آزمایش، میزان قند کل دانه‌ها به‌علت مواجه‌شدن گیاه با دماهای بالا در زمان پر شدن دانه کاهش یافت. روش کاشت نشایی نیز منجر به تغییر در میزان قند کل و افزایش آن نسبت به‌روش متداول شد، به‌طوری‌که کم‌ترین میزان قند کل (۴/۴ درصد) مربوط به تیمار کاشت بذر بود (جدول ۴). فراهم‌شدن شرایط بهتر جهت رشد و افزایش سرعت فتوسنتز و رشد و نمو منجر به بیش‌تر شدن غلظت ساکارز و در نهایت میزان قند کل دانه شد. این نتایج همسو با گزارشات فریدونی و فرجی (Fereidooni and Farajee, 2016) در رابطه با استفاده از نشا به‌جای کاشت مستقیم در ذرت شیرین بود که افزایش میزان قند را در پی داشت.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی، نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که در کاشت نشایی ذرت شیرین در مقایسه با کاشت بذر به‌روش متداول، میزان آب مصرفی، کاهش و کارآیی مصرف آب، افزایش یافت. میزان آب مصرفی در کاشت نشای ۱۵ روزه حدود ۸۸۷۶ مترمکعب و در کاشت نشای ۲۰ روزه حدود ۷۸۷۱ مترمکعب بود. کاربرد نشا با کاهش دور آبیاری، مصرف آب را کاهش داد و باعث افزایش کارآیی مصرف آب شد. همچنین، تیمار نشایی دارای عملکرد بلال و شاخص برداشت بیش‌تری نسبت به کاشت به‌روش متداول بود. با کاربرد نشا می‌توان بلوغ گیاه را نیز تسریع کرد و در شرایطی که ممکن است گیاه با شرایط نامطلوب آب و هوایی برخورد کند، کاربرد نشا طول این فرآیند را کاهش خواهد داد.

References

Andonova, P. S., Rattin, J. and Di Benedetto, A. 2014. Yield increase as influence by transplanting of sweet maize (*Zea mays* L.). **American Journal of Experimental Agriculture** 4 (10): 993-1002.

Coro, M., Araki, A., Rattin, J., Mirave, P. and Di Benedetto, A. 2014. Lettuce and celery responses to both BAP and PBZ related to the plug cell volume. **American Journal of Experimental Agriculture** 4 (10): 1222-1230.

Dastfal, M., Emam, Y. and Asad, T. 1997. Yield and yield components of non-propagating corn hybrids in response to plant density. **Agronomy Journal** 18 (2): 132-152. (In Persian with English Abstract).

El-Hamed, K. E. A., Elwan, M. W. M. and Shaban, W. I. 2011. Enhanced sweet corn propagation: Studies on transplanting feasibility and seed priming. **Vegetable Crops Research** 75: 31-50.

Fanadzo, M., Chiduza, S. and Mnkeni, P. N. 2010. Comparative response of direct seeded and transplanted maize to nitrogen fertilization at Zanyokwe Irrigation Scheme, South Africa. **African Journal of Agricultural Research** 5 (8): 2011-2020.

Farre, I. and Faci, J. M. 2006. Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. **Agricultural Water Management** 83: 135-143.

Farsiani, A., Ghobadi, M. E. and Jalali Honarmand, S. 2011. The effect of water deficit and sowing date on yield components and seed sugar contents of sweet corn (*Zea mays* L.). **African Journal of Agricultural Research** 6 (26): 5769-5774.

Feizbakhsh, M. T., Sadeghi, N., Mokhtarpoor, H., Mosavat, A., Saberi, A. R. and Sheikhi, F. 2007. Effect of tiller removal and plant density on yield and yield components of sweet corn. **Journal of Research in Agriculture and Horticulture** 77: 125-130. (In Persian with English Abstract).

Fereidooni, M. J. and Farajee, H. 2016. Effect of different irrigation levels and culture methods on water use efficiency and quantity and qualitaty yield of sweet corn (*Zea mays* var Saccharata). Journal of Soil and Water 31 (4):1001-1014. (In Persian with English Abstract).

Fereidooni, M. J., Farajee, H. and Sedghi Asl, M. 2016. Evaluation of yield and morphological traits of sweet corn using different irrigation levels and cultivation methods. **Journal of Crop Production** 9 (2): 127-150. (In Persian with English Abstract).

Ghias Abadi, M., Khajeh Hosseini, M. and Mohammad Abadi, A. A. 2014. The effect of planting date on growth indices and yield of corn in Mashhad. **Iranian Journal of Agronomy Research** 1 (12): 137-145. (In Persian with English Abstract).

Guilani, A., Siadat, A. and Fathi, Gh. 2003. Density and age of transplanting on yield and yield components of three rice cultivars in Khuzestan. **Iranian Journal of Agricultural Sciences** 34 (2): 427-438. (In Persian with English Abstract).

Jinxia, Z., Ziyong, C. and Rui, Z. 2012. Regulated deficit drip irrigation influences on seed maize growth and yield under film. **Procedia Engineering** 28: 464-468.

Khalid, E. A. H., Mohammed, W. M. E. and Shaban, W. I. 2012. Enhanced sweet corn propagation: Studies on transplanting feasibility and seed priming. **Vegetable Crops Research Bulletin** 75: 31-50.

Koca, Y. and Canavar, O. 2014. The effect of sowing date on yield and yield components and seed quality of corn (*Zea mays* L.). **Scientific Papers. Series A. Agronomy** 57: 227-231.

Law-Ogbomo, K. E. and Remison, S. U. 2009. Growth and yield of maize as influenced by sowing date and poultry manure application. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca** 37 (1): 199-203.

Mendham, N. J., Russell, J. and Jarosz, N. K. 1990. Response to sowing time of three contrasting Australian cultivars of oilseed rape (*Brassica napus*). **Journal of Agricultural Science** 114: 275-283.

Naderi, F., Siadat, S. A. and Rafee, M. 2010. Effect of planting date and plant density on grain yield and yield components of two maize hybrids as second crop in Khorramabad. **Iranian Journal of Crop Sciences** 12 (1): 31-41. (In Persian with English Abstract).

Nigam, S. R., Rao, R. C. N. and Wynne, J. C. 1998. Effects of temperature and photoperiod on vegetative and reproductive growth of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Journal of Argonomy and Crop Science** 181: 117-124.

Oktem, A., Oktem, A. G. and Emeklierc, H. Y. 2010. Effect of nitrogen on yield and some quality parameters of sweet corn. **Soil Science and Plant Analysis** 41: 832-847.

Orosz, F. and Slezak, K. 2010. Ear properties of direct seeded sweet corn. **Agriculture and Environment** 2: 23-30.

Rabiei, M., Alinia, F. and Tousi Kehel, P. 2011. The effect of seedling date on yield and yield components of maize cultivars as second crop in Rasht district. **Seed and Plant Journal** 3 (2): 251-267. (In Persian with English Abstract).

Rahnama, A. and Bakhshande, A. 2005. Effect of sowing dates and direct seeding and transplanting methods on agronomic characteristics and grain yield of canola under Ahvaz conditions. **Iranian Journal of Crop Sciences** 7 (4): 324-336. (In Persian with English Abstract).

Rattin, J., Valinote, J. P., Gonzalo, R. and Di Benedetto, A. 2015. Transplant and change in plant density improve sweet maize yield. **American Journal of Experimental Agriculture** 5 (4): 336-351.

Rezai, F., Ghodsi, M. and Klarstaghi, K. 2011. Study of the effect of planting date and plant density on yield, developmental rate and agronomical traits of two triticale genotypes. **Iranian Journal of Field Crops Research** 9 (3): 397-405. (In Persian with English Abstract).

Sanchez Andonova, P., Rattin, J. and Di Benedetto, A. 2014. Yield increase as influence by transplanting of sweet corn (*Zea mays* L. Saccharata). **American Journal of Experimental Agriculture** 4 (11): 1314-1329.

Smith, J., Fukai, S. and Mitchell, J. 2012. Rice grain yield- a comparison between direct seeding and transplanting in Lao PDR. Capturing opportunities and overcoming obstacles in Australian agronomy. Proceedings of 16th Australian Agronomy Conference, October 14-18, 2012, Armidale, New South Wales, Australia

Vahdati Rad, A., Esfahani, M., Mohsen-Abadi, Gh., Sabouri, A. and Aalami, A. 2015. Effect of transplanting time on dry matter remobilization, soluble carbohydrates and grain yield in rice cultivars. **Iranian Journal of Crop Sciences** 17 (3): 205-222. (In Persian with English Abstract).

Yoshinaga, S., Nagata, K. and Murakami, M. 1997. Varietal differences of growth in direct-seeded rice. **Bulletin of the Shikoku National Agricutural Experiment Station** 61: 83-89.

doi: 10.22124/c.2018.8910.1384

University of Guilan
Faculty of Agricultural Sciences

Cereal Research
Vol. 8, No. 3, Autumn 2018 (371-385)

Effect of planting date and method on ear yield, water use efficiency and some phenological characteristics of sweet corn in Yasouj

Hamid Mohamad Zade[1], Jafar Asghari[2], Hooshang Farajee[3*], Ali Moradi[4] and Majid Majidian[5]

Received: November 2, 2017 Accepted: April 30, 2018

Abstract

To study the effect of planting date and method on ear yield, water use efficiency and some phenological characteristics of sweet corn, an experiment was carried out as split plot based on randomize complete blocks design with three replications in research farm of the Faculty of Agriculture, Azad University of Yasouj, Iran, in 2016. The main factor of the experiment included planting date in five levels (4 and 19 May, 4 and 19 June and 5 July) and the sub factor was planting method in three levels including seed cultivation, 15-day seedling (three leaf stage) and 20-day seedling (four leaf stage) cultivation. The results showed that the effect of planting date and method interaction on ear yield and water use efficiency was significant. Mean comparison of data indicated that 15-day seedling cultivated at May 4th had the highest canned grain yield (16 t.ha^{-1}) and 20-day seedling at July 5th had the lowest ear yield (8.24 t.ha^{-1}). The highest water use efficiency (2.93 kg.m^{-3}) was also obtained from 15-day seedling cultivation at May 4th, which was 66% higher than the 20-day seedling at July 5th. The effects of planting date and method on vegetative period and days from planting to harvest were significant. The vegetative period decreased with delay in planting date, so that the highest vegetative growth period was obtained in the planting date of May 4th and the lowest in the July 5th. Also, the duration of vegetative period in the seedling cultivation method was less than the seed cultivation method, so that the seed cultivation with growth period of 87.4 days and 20-day seedling cultivation with 77.1 days had the highest and lowest growth period, respectively. In addition, the seedlings cultivation method increased grain sugar content. In total, the results of this research showed that the application of seedling cultivation method can accelerate the maturity of the plant, and therefore, when the plant may be exposed to unfavorable weather conditions, the growth period can be reduced by the application of seedling cultivation.

Keywords: Canned grain yield, Days from planting to harvest, Vegetative period, Water consumption

1. Ph. D. Candidate, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Yasouj, Iran
4. Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Yasouj, Iran
5. Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
* Corresponding author: hooshangfarajee.yu.ac.ir@gmail.com