اثر کشت نشایی بر عملکرد و کارآیی مصرف آب سورگوم علوفه‌ای در تاریخ‌های مختلف کاشت

اسحاق میره‌کی[۱]، محمدرضا اردکانی[۲]، فرید گل‌زردی*[۳]، فرزاد پاک‌نژاد[۴] و علی ماهرخ[۵]

۱) گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.
۲ و ۴) استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.
۳ و ۵) استادیار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
*نویسنده مسئول: **f.golzardi@areeo.ac.ir**

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۰۲ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۰۸**

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کشت نشایی بر بهره‌وری آب برای تولید علوفه تازه، ماده خشک، پروتئین و انرژی در ارقام سورگوم علوفه-ای تحت تاریخ‌های مختلف کاشت، آزمایشی به‌صورت اسپلیت‌پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج طی سال زراعی ۱۳۹۶ انجام شد. تاریخ‌های کاشت در چهار سطح (۱۰ تیر، ۲۰ تیر، ۱ مرداد و ۱۰ مرداد) به‌عنوان عامل اصلی و فاکتوریلِ روش‌های کاشت (کشت مستقیم بذر و کشت نشایی) و ارقام سورگوم (اسپیدفید و پگاه) به‌عنوان عامل فرعی بررسی شدند. نتایج نشان داد که تأخیر کاشت از ۱۰ تیر به ۲۰ تیر، ۱ مرداد و ۱۰ مرداد سبب شد عملکرد ماده‌ی خشک به‌ترتیب ۱۲/۹۶، ۲۲/۳۱، ۳۵/۰۶ درصد، کارآیی مصرف آب برای تولید ماده‌ی خشک به‌ترتیب ۸/۴۱، ۶/۴۷ و ۱۱/۰۷ درصد و عملکرد پروتئین قابل‌هضم به‌ترتیب ۶/۳۶، ۱۳/۵۲ و ۲۳/۲۶ درصد کاهش یابد. روش کشت نشایی نسبت به کشت مستقیم بذر در تاریخ‌های کاشت ۱۰ تیر، ۲۰ تیر، ۱ مرداد و ۱۰ مرداد به‌ترتیب ۱۴/۷۷، ۷/۸۱، ۸/۰۴ و ۱۹/۱۱ درصد عملکرد ماده‌ی خشک، ۲۸/۲۴، ۱۸/۰۲، ۱۶/۶۴ و ۱۸/۴۱ درصد کارآیی مصرف آب برای تولید ماده‌ی خشک و ۱۰/۳۶، ۵/۵۷، ۱/۴۵ و ۷/۷۱ درصد عملکرد پروتئین قابل‌هضم را افزایش داد. تفاوت رقم پگاه نسبت به هیبرید اسپیدفید در تاریخ‌های کاشت ۱۰ تیر، ۲۰ تیر، ۱ مرداد و ۱۰ مرداد برای عملکرد ماده‌ی خشک به‌ترتیب ۲۶/۸۲، ۲۱/۱۹، ۱۱/۳۳ و ۵/۶۶- درصد، برای کارآیی مصرف آب برای تولید ماده‌ی خشک به‌ترتیب ۸/۰۹-، ۰/۰۸، ۰/۵۳ و ۵/۶۶- درصد و برای عملکرد پروتئین قابل‌هضم به‌ترتیب ۱۸/۴۵، ۱۵/۱۴، ۱۹/۷۵ و ۵/۱۶ درصد بود. به‌طورکلی بالاترین کارآیی مصرف آب برای تولید علوفه تر، ماده‌ی خشک و پروتئین قابل‌هضم (به‌ترتیب ۲۹/۵۵، ۶/۷۵ و ۰/۳۴ کیلوگرم بر مترمکعب آب) با نشاکاری هیبرید اسپیدفید در تاریخ ۱۰ تیرماه حاصل شد؛ بنابراین تیمار مذکور برای رسیدن به حداکثر بهره‌وری آب به‌خصوص در شرایط محدودیت منابع آبی قابل‌توصیه خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: رقم، پروتئین، ماده خشک و انرژی.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]

مقدمه

کشاورزی پایدار از منظر بوم‌شناسی یعنی انجام فعالیت‌های کشاورزی به شکلی که بتواند هم‌زمان با حفظ و تأمین امنیت و پایداری در تأمین نیازهای غذایی بشر، پایداری منابع طبیعی را نیز حفظ نماید (Corcoran *et al*., 2020). پایداری سیستم پرورش دام بر اساس علوفه حیاتی است تا بتواند کیفیت، امنیت و قیمت مناسب را برای جمعیت همیشه در حال رشد تأمین نماید (Amirsadeghi *et al*., 2019). امروزه، مهم‌ترین چالش پیش روی کشاورزی، تأمین آب کافی برای تولید غذا به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است (Golzardi *et al*., 2017). تغییر شرایط اقلیمی در سال‌های اخیر و پیامدهای ناشی از آن، میزان تولید علوفه در واحد سطح را کاهش داده و تولیدات دامی را با تهدید مواجه کرده است (Bakhtiyari *et al*., 2020). همچنین پس از برداشت گیاهان زراعی پاییزه‌ای همچون گندم، جو و کلزا، مدتی برای آماده‌سازی زمین و تهیه‌ی بستر بذر صرف می‌شود (Zandonadi *et al*., 2017). تغییر در تاریخ کاشت ممکن است با اثر بر انطباق مراحل رشد گیاه با شرایط محیطی، رشد و عملکرد گیاه را تحت‌الشعاع قرار دهد (Hassan *et al*., 2019). بنابراین گیاهی که به‌عنوان علوفه‌ی کاشت دوم در مناطق خشک و نیمه‌خشک انتخاب می‌شود باید قادر باشد ضمن این‌که شرایط گرم و خشک و کم‌رطوبت را به‌خوبی تاب آورده در کوتاه‌مدت نیز عملکرد کمی و کیفی مناسبی را تولید نماید (Hassan *et al*., 2020). سورگوم یکی از گیاهان علوفه‌ای است که ضمن مقاومت به خشکی در بازه‌ی زمانی کوتاه می‌تواند عملکردی قابل‌قبول برای تأمین علوفه‌ی سبز، خشک، سیلویی و حتی چرای مستقیم دام تولید نماید (Biswas, 2020). سورگوم گیاهی با اندازه‌ی کانوپی بزرگ، یک‌ساله و مخصوص فصول گرم در مناطق گرم و خشک می‌باشد که تولید آن کم‌هزینه بوده (Naoura *et al*., 2019) و عملکردی قابل‌رقابت با سایر گیاهان مرسوم مانند ذرت تولید می‌کند (قوشچی، ۱۳۹۴؛ ممبینی و همکاران، ۱۳۹۶). نکته بسیار مهم در رشد سورگوم دیرسبزی و بدسبزی در اوایل دوره‌ی رشد است (Sabahie *et al*., 2014). کیفیت پایین بذر، فقدان رطوبت کافی در خاک، آماده‌سازی ضعیف بستر بذر، آفت‌های بذر، روش کاشت ابتدایی و درجه حرارت بالای خاک و تشکیل سله، روند نسبتاً کند جوانه‌زنی در سطح خاک و سرعت پایین رشد گیاه‌چه و استقرار ضعیف آن عوامل عمده‌ای است که از استقرار مناسب گیاه در ابتدای فصل رشد در مناطق خشک و نیمه‌خشک جلوگیری می‌کند (Zandonadi *et al*., 2017). استقرار مناسب گیاه در ابتدای فصل موجب کاهش هجوم علف‌های هرز، افزایش مقاومت به خشکی و افزایش محصول می‌شود (ممبینی و همکاران، ۱۳۹۶). تلاش برای افزایش بهره‌وری از فصل رشد در کاشت دوم از طریق نشا به‌منظور کاهش زمان تولید گیاه در مزرعه می‌تواند موجب افزایش کارآیی استفاده از نهاده‌ها و در نتیجه کاهش هزینه‌های تولید شود (Jo *et al*., 2016). افزایش عملکرد دانه و علوفه‌ی سورگوم با روش کشت نشایی در هند، کره جنوبی، مالی، کامرون، جمهوری چاد، نیجریه و سنگال گزارش شده

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]

است (Agbaje and Olofintoye, 2002; Assefa *et al*., 2007; Jo *et al*., 2016; Biswas, 2020). کشت نشایی سورگوم در قیاس با کاشت مستقیم بذر، گل‌دهی را تسریع و تعداد روز تا گل‌دهی را کاهش داده و عملکرد را در مقایسه با کاشت متداول افزایش می‌دهد (Assefa *et al*., 2007). کشت نشایی با افزایش جذب نور، سرعت رسیدن به حداکثر شاخص سطح برگ و کارآیی استفاده از نور باعث افزایش عملکرد بیولوژیک می‌گردد (Biswas, 2020). نشاکاری به‌صورت عمومی سبب استفاده بهینه از آب، افزایش بهره‌وری از طول فصل رشد، بهبود استفاده از نهاده‌هایی مانند بذر و کود در واحد سطح (Agbaje and Olofintoye, 2002; Assefa *et al*., 2007)، رسیدن به تراکم مطلوب، کنترل مؤثرتر آفت‌ها و بیماری‌های گیاهی و علف‌های هرز، همچنین بالاتر بودن درصد جوانه‌زنی و سبز شدن به دلیل شرایط بهینه محیطی (Jo *et al*., 2016; Biswas, 2020) و به دلیل حذف عملیات تنک، خاک‌دهی بوته و واکاری، سبب کاهش هزینه‌های تولید می‌گردد (Biswas, 2020). نتایج پژوهش‌های مختلف نشان داده است که تاریخ‌های مختلف کاشت و ارقام مختلف سورگوم بر عملکرد علوفه‌ی تر و خشک (Atis *et al*., 2012) و همچنین صفت‌های کیفی (Hassan *et al*., 2019) به شکل معنی‌داری اثر دارد؛ بنابراین کاشت سورگوم به‌صورت نشایی به‌عنوان راه‌کاری جهت استقرار سریع‌تر گیاه در مزرعه شناخته می‌شود که می‌توانند باعث طولانی شدن فصل رشد، جبران تأخیر کاشت و همچنین صرفه‌جویی در مصرف آب شود. با توجه به مطالب ذکرشده این مطالعه با هدف مقایسه‌ی اثر روش کشت نشایی با کاشت مرسوم در تاریخ‌های مختلف کاشت بر تولید کمی و کیفی علوفه و بهره‌وری آب ارقام سورگوم علوفه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه‌ی نهال و بذر کرج (۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه غربی) انجام شد. پیش از کاشت از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک جهت محاسبه میزان عناصر موردنیاز نمونه‌برداری انجام و مورد آزمایش قرار گرفت (جدول ۱). داده‌های هواشناسی نیز از ایستگاه سینوپتیک کرج که در کنار مزرعه قرار داشت، دریافت گردید (جدول ۲). آزمایش به‌صورت اسپلیت‌پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. تاریخ‌های کاشت در کرت اصلی (شامل ۱۰ تیر، ۲۰ تیر، ۱ مرداد و ۱۰ مرداد) و فاکتوریل روش‌های کاشت (کشت مستقیم بذر و کشت نشایی) و ارقام (اسپیدفید و پگاه) در کرت‌های فرعی بررسی شدند. هر کرت فرعی دارای ۴ خط کاشت با فاصله بین خطوط ۶۰ سانتی‌متر و به طول ۶ متر بود. بر اساس آزمون خاک (جدول ۱) و نیاز غذایی رقم‌ها، قبل از کاشت ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره مصرف شد و در مرحله شش برگی نیز ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره به‌صورت سرک توزیع شد (خزائی و همکاران، ۱۳۹۸). سن نشا سورگوم برای انتقال به زمین بیست روز معادل با مرحله دو تا سه برگی سورگوم در نظر گرفته

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]

شد. نشاها در سینی‌هایی با ترکیب بستر ۶۰ درصد خاک زراعی، ۲۰ درصد کود حیوانی کاملاً پوسیده و ۲۰ درصد ماسه بادی پرورش داده شدند. پس از ظهور کامل برگ‌های اولیه در سینی نشاء محلول‌پاشی کود کامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم (با نسبت ۲۰-۲۰-۲۰) همراه با اسید هیومیک انجام گردید و یک هفته بعد نیز این محلول‌پاشی با غلظت دو برابر تکرار شد.

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

بافت خاک	شن	لای	رس	نیتروژن	مواد آلی	اسیدیته	پتاسیم	فسفر
	(درصد)						(میلی‌گرم در کیلوگرم)	
لومی ـ رسی	۲۳	۴۹	۲۸	۰/۰۶	۰/۵۵	۷/۲۲	۲۵۶	۱۲

جدول ۲: داده‌های هواشناسی ایستگاه سینوپتیک کرج در سال ۱۳۹۶

دوره زمانی	میانگین دمای هوا	حداقل دمای هوا	حداکثر دمای هوا	تبخیر	بارش
	(درجه سانتی‌گراد)			(میلی‌متر)	
۱۱ خرداد-۹ تیر	۳۴/۱۶	۱۷/۶۰	۲۶/۰۸	۳۳۸/۶	۰/۰۰
۱۰ تیر-۹ مرداد	۳۶/۴۱	۲۰/۲۹	۲۸/۸۸	۳۶۷/۸	۰/۴۱
۱۰ مرداد-۹ شهریور	۳۴/۸۸	۱۹/۳۵	۲۷/۴۴	۳۵۵/۵	۰/۰۰
۱۰ شهریور-۸ مهر	۳۱/۵۹	۱۵/۹۲	۳۲/۷۲	۲۶۷/۶	۰/۰۰
۹ مهر-۹آبان	۲۳/۸۷	۱۰/۵۹	۱۷/۰۲	۱۷۵/۵	۴/۸۰
۱۰آبان-۹آذر	۱۷/۲۶	۶/۱۵	۱۱/۵۳	۸۹/۳	۰/۶۴

با توجه به فراهم بودن شرایط آب و هوایی در مزرعه و به‌منظور کاهش تنش ناشی از انتقال، عملیات پرورش نشا در محیط مزرعه انجام شد. بلافاصله بعد از کاشت در مزرعه، اولین آبیاری و پس از ۴۸ ساعت آبیاری دوم انجام گرفت تا شرایط خاک برای توسعه ریشه و استقرار گیاه از نظر دما و رطوبت تا جای ممکن مهیا باشد. در این مطالعه از روش آبیاری قطره‌ای نواری (با نوارهای تیپ ۱۶ میلی‌متری و با فاصله قطره‌چکان ۱۰ سانتی‌متر) استفاده شد و اندازه‌گیری و کنترل مقدار آب آبیاری توسط کنتور حجمی و شیرهای قطع و وصل انجام شد. حجم آب مصرفی در هر نوبت آبیاری بر اساس تبخیر و تعرق سورگوم در مراحل مختلف رشد و بر اساس روش پنمن-مونتیث محاسبه شد (Allen *et al*., 1998). حجم آب مصرفی در هر تاریخ کاشت به تفکیک تیمارها در جدول ۳ بیان شده است. لازم به ذکر است مقدار آب مصرفی برای تولید نشا نیز به مقدار آب مصرفی در مزرعه اضافه شده است. همچنین برای هر تیمار، فاصله زمانی بین کاشت تا گل‌دهی در جدول ۴ گزارش شده است. مرحله ظهور گل‌آذین به‌عنوان معیار زمان برداشت علوفه در نظر گرفته شد (گل‌زردی و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]

همکاران، ۱۳۹۸). در زمان برداشت از دو خط وسط هر کرت با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای خطوط نمونه‌برداری شد و عملکرد علوفه‌ی تر بلافاصله پس از برداشت اندازه‌گیری شد. از علوفه‌ی برداشت‌شده سه بوته به‌طور تصادفی انتخاب و برای اندازه‌گیری عملکرد ماده‌ی خشک به مدت ۴۸ ساعت (تا ثابت شدن وزن) در آون ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و بر اساس درصد ماده خشک در هر نمونه، عملکرد ماده خشک در هر کرت محاسبه گردید. برای محاسبه میزان پروتئین قابل‌هضم از روش NRC (۲۰۰۷) استفاده شد و انرژی خالص برای شیردهی مطابق با روش Jahanzad و همکاران (۲۰۱۳) برآورد گردید. در نهایت تجزیه داده‌ها با استفاده از رویه‌ی مدل خطی عمومی (GLM) نرم‌افزار $SAS_{9.1}$ انجام گردید و برای مقایسه میانگین از آزمون حداقل تفاوت‌های معنی‌دار (LSD) استفاده شد.

جدول ۳: مقدار آب مصرفی (مترمکعب در هکتار) در تیمارهای مختلف آزمایش

روش کاشت	رقم	تاریخ کاشت			
		۱۰ تیر	۲۰ تیر	۱ مرداد	۱۰ مرداد
مستقیم	اسپیدفید	۳۳۰۹/۳۲	۳۱۸۹/۹۵	۲۹۹۳/۸۰	۲۵۰۶/۱۵
	پگاه	۴۲۵۵/۲۷	۳۷۵۸/۱۲	۳۰۴۴/۷۳	۲۵۰۶/۱۵
نشایی	اسپیدفید	۲۴۸۱/۵۷	۲۶۶۵/۷۸	۲۴۳۵/۱۱	۲۵۲۷/۹۱
	پگاه	۴۰۵۱/۰۸	۳۵۷۸/۴۴	۳۰۱۵/۵۲	۲۵۲۷/۹۱

جدول ۴: فاصله زمانی بین کاشت تا گل‌دهی در تیمارهای مختلف آزمایش

تیمارها		۱۰ تیر		۲۰ تیر		۱ مرداد		۱۰ مرداد	
روش کاشت	رقم	درجه روز رشد تجمعی	روز پس از کاشت	درجه روز رشد تجمعی	روز پس از کاشت	درجه روز رشد تجمعی	روز پس از کاشت	درجه روز رشد تجمعی	روز پس از کاشت
مستقیم	اسپیدفید	۱۳۱۳/۵	۷۲	۱۲۹۸/۰	۷۶	۱۳۲۲/۲	۹۷	۱۲۲۷/۵	۹۹
	پگاه	۱۵۶۶/۳	۹۷	۱۵۷۱/۳	۱۱۴	۱۳۹۸/۱	۱۰۸	۱۲۲۷/۵	۹۹
نشایی	اسپیدفید	۱۳۶۳/۵	۵۵	۱۴۶۳/۴	۶۱	۱۴۸۱/۷	۶۵	۱۶۰۵/۸	۹۹
	پگاه	۱۸۶۲/۹	۹۰	۱۷۹۰/۶	۹۴	۱۷۵۳/۱	۱۰۲	۱۶۰۵/۸	۹۹

نتایج و بحث

عملکرد علوفه و کارآیی مصرف آب برای تولید علوفه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی تاریخ کاشت، روش کاشت و رقم و همچنین برهم‌کنش‌های دوگانه‌ی تاریخ کاشت×روش کاشت، تاریخ کاشت×رقم و روش کاشت×رقم و برهم‌کنش سه‌گانه‌ی تاریخ کاشت×روش کاشت×رقم بر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]

عملکرد علوفه تر و عملکرد ماده خشک و کارآیی مصرف آب آن‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در بین تاریخ‌های کاشت موردبررسی، بیشترین عملکرد علوفه تر (۷۹/۱۵ تن در هکتار) و حداکثر عملکرد ماده خشک (۱۸/۳۷ تن در هکتار) در تاریخ کاشت دهم تیرماه حاصل شد (جدول ۶). تأخیر در کاشت از ۱۰ تیر به ۲۰ تیر، ۱ مرداد و ۱۰ مرداد هم‌زمان با از دست رفتن به‌ترتیب ۲۱۱/۴، ۴۲۳ و ۶۰۱/۹ درجه روز رشد تجمعی در دسترس برای رشد، به‌ترتیب سبب کاهش ۱۰/۹۲، ۲۱/۳۶ و ۳۴/۷۶ درصدی عملکرد علوفه‌ی تر و ۱۲/۹۶، ۲۲/۳۱ و ۳۳/۰۶ درصدی عملکرد ماده خشک گردید. تأخیر در کاشت از تاریخ کاشت ۲۰ تیر به تاریخ کاشت ۱ مرداد و تاریخ کاشت ۱۰ مرداد به‌ترتیب با کاهش ۲۷۷/۱ و ۴۰۶ درجه روز رشد تجمعی سبب گردید تا عملکرد علوفه تر به‌ترتیب ۱۱/۷۱ و ۲۶/۷۶ درصد و عملکرد ماده خشک ۱۰/۷۴ و ۲۵/۳۹ درصد کاهش یابد. تأخیر کاشت از تاریخ کاشت ۱ مرداد به تاریخ کاشت ۱۰ مرداد هم‌زمان با عدم استفاده از طول دوره رشد در دسترس برای تولید و کاهش ۱۹۸/۵ درجه روز رشد تجمعی، کاهش ۱۷/۰۴ درصدی عملکرد علوفه تر و ۱۶/۴۱ درصدی عملکرد ماده خشک را سبب گردید (جدول ۶). به‌دلیل اینکه سورگوم گیاهی حساس به کاهش دما و روزکوتاه بوده با تأخیر در کاشت، از تعداد روزهایی که درجه روز رشد و کیفیت نور برای رشد مناسب بود و گیاه می‌توانست به عملکرد پتانسیل خود نزدیک گردد، کاسته شد و گیاه در مقدار وزنی پایین‌تری گل‌دهی را آغاز نمود (Rattin *et al.*, 2015). افزایش روند کاهشی هر دو صفت عملکرد علوفه‌ی تر و عملکرد ماده‌ی خشک در واکنش به تأخیر بیشتر در تاریخ کاشت لزوم پیش‌بینی و داشتن آمادگی لازم را نمایان می‌سازد تا با اقدام به کاشت در اولین زمان ممکن هم‌زمان با بهره‌وری بهینه از طول دوره مناسب برای رشد گیاه عملکرد مطلوب حصول گردد. لازم به ذکر است که واکنش عملکرد علوفه به تاریخ کاشت به شرایط اقلیمی منطقه نیز بستگی دارد، به نحوی که لرکی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی تأثیر تاریخ کاشت از ۱۰ تیر تا ۱۴ مردادماه بر عملکرد ذرت گزارش کردند که با تأخیر در کاشت، عملکرد بیولوژیکی افزایش یافت. ایشان علت این روند را به وابستگی رشد گیاه به شرایط دمایی محیط مرتبط دانستند و بیان داشتند که در منطقه شمال خوزستان، با کشت ذرت در تاریخ ۷ تا ۱۴ مردادماه، بهترین شرایط برای رشد فراهم می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت×روش کاشت×رقم به روش برش‌دهی روی تاریخ کاشت ۱۰ تیر نشان داد که تیمار نشاکاری رقم پگاه با تولید ۹۷/۲۹ تن در هکتار عملکرد علوفه‌ی تر در بالاترین گروه آماری و تیمار کاشت مستقیم رقم اسپیدفید (کاشت مستقیم رقم اسپیدفید) با تولید ۶۳/۳۶ تن در هکتار در آخرین گروه آماری جای گرفتند. همچنین تیمار کشت نشایی رقم پگاه و کاشت مستقیم رقم اسپیدفید با تولید ۲۲/۹۱ و ۱۴/۲۹ تن در هکتار عملکرد ماده‌ی خشک به‌ترتیب در بالاترین و پایین‌ترین گروه آماری جای گرفتند (جدول ۷). تیمار کشت نشایی رقم پگاه نسبت به

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]

تیمار کاشت مستقیم رقم اسپیدفید در دوره خزانه و مزرعه مجموعاً ۳۸ روز طول دوره رشد معادل ۵۴۹/۴ درجه روز رشد تجمعی (جدول ۴) و همچنین ۷۴۱/۷۶ مترمکعب آب بیشتری را مورد استفاده قرار داد (جدول ۳). این نیاز به طول دوره رشد و مقدار آب مصرفی بیشتر برای تکمیل نمودن مراحل رشدی و وارد شدن به فاز رویشی سبب گردید که علی‌رغم عملکرد علوفه‌ی تر و عملکرد ماده‌ی خشک تولیدی بیشتر تیمار کشت نشایی رقم پگاه، این تیمار نشاکاری رقم اسپیدفید باشد که با ۲۹/۵۵ و ۶/۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب به‌ترتیب بالاترین کارآیی مصرف آب برای تولید علوفه‌ی تر و کارآیی مصرف آب برای تولید ماده‌ی خشک را سبب گردد (جدول ۷). تیمار کاشت مستقیم رقم پگاه نیز با بهره‌گیری از ۲۵ روز طول دوره رشد معادل ۲۵۲/۸ درجه روز رشد تجمعی (جدول ۴) و ۹۴۵/۹۵ مترمکعب آب بیشتر (جدول ۳) توانست بدون ایجاد تفاوتی معنی‌دار از نظر کارآیی مصرف آب برای تولید علوفه‌ی تر و کارآیی مصرف آب برای تولید ماده‌ی خشک با تولید ۸۲/۶۲ و ۱۹/۵۲ تن در هکتار عملکرد علوفه‌ی تر و عملکرد ماده‌ی خشک بیشتر تفاوت معنی‌داری با تیمار کاشت مستقیم رقم اسپیدفید ایجاد نماید (جدول ۷).

نتایج مقایسه میانگین در تاریخ کاشت ۲۰ تیر نشان داد که تیمار کشت نشایی رقم پگاه به‌ترتیب با تولید ۷۹/۵۴ و ۱۸/۳۹ تن در هکتار عملکرد علوفه‌ی تر و عملکرد ماده‌ی خشک در بالاترین گروه آماری جای گرفت. تیمار کاشت مستقیم رقم اسپیدفید نیز به‌ترتیب با تولید ۶۰/۸ و ۱۳/۳ تن در هکتار عملکرد علوفه‌ی تر و عملکرد ماده‌ی خشک در آخرین گروه آماری جای گرفت (جدول ۷). تیمار کشت نشایی رقم پگاه در دوره خزانه و مزرعه مجموعاً ۳۸ روز طول دوره رشد و ۸۵۶/۵ (۳۶۳/۹ و ۴۹۲/۶) درجه روز رشد تجمعی بیشتر (جدول ۴) و همچنین ۳۸۸/۴۹ مترمکعب آب بیشتر (جدول ۳) برای حصول این برتری در اختیار داشت. در تاریخ کاشت ۲۰ تیر تیمار کشت نشایی رقم اسپیدفید این برتری را در کارآیی مصرف آب برای تولید علوفه‌ی تر حفظ نمود. البته تفاوت میان تیمار کشت نشایی رقم اسپیدفید با تیمار کشت نشایی رقم پگاه و تفاوت تیمار نشاکاری رقم پگاه با تیمارهایی که شامل روش کاشت مرسوم بودند غیرمعنی‌دار بود. از نظر کارآیی مصرف آب برای تولید ماده‌ی خشک نیز تیمار کشت نشایی رقم اسپیدفید همچنان تیمار برتر بود با این فرق که تفاوت معنی‌دار فقط با تیمار کاشت مستقیم رقم اسپیدفید حاکم بود (جدول ۷). Hassan و همکاران (۲۰۱۹) نیز بیان داشتند که ارقام میان‌رس و دیررس سورگوم با مصرف نهاده بیشتر توانایی تولید بالاتری نسبت به ارقام زودرس دارند. کشت نشایی از طریق تسهیل استقرار گیاه و افزایش سرعت رشد سبب کاهش تعداد روز تا گل‌دهی و افزایش عملکرد سورگوم می‌گردد (Agbaje and Olofintoye, 2002). بنابراین درصورتی‌که محدودیت آب وجود نداشته باشد می‌توان با پیش‌بینی و عمل به‌موقع از تیمار کشت نشایی رقم پگاه استفاده نمود؛ اما اگر هم‌زمان با محدودیت در تأمین آب، به تأمین علوفه در بازه‌ی زمانی کوتاه نیاز باشد بهتر است از روش کشت نشایی و ارقام زودرسی مثل اسپیدفید استفاده کرد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]

نتایج مقایسه میانگین در تاریخ کاشت یکم مردادماه نشان داد که نشاکاری رقم پگاه با تولید ۷۲/۶۱ تن در هکتار عملکرد علوفه‌ی تر در بالاترین و تیمارهای کاشت مستقیم رقم پگاه و کشت نشایی رقم اسپیدفید هر دو در آخرین گروه آماری جای گرفتند. از نظر عملکرد ماده‌ی خشک تولیدی نیز کشت نشایی رقم پگاه با تولید ۱۶/۹۸ تن در هکتار عملکرد ماده‌ی خشک در گروه آماری بالاتر نسبت به سایر تیمارها که همگی در یک گروه آماری بودند قرار گرفت (جدول ۷). نشاکاری رقم پگاه برای دست‌یابی به این برتری نسبت به کشت نشایی رقم اسپیدفید مقدار ۳۳ روز طول دوره رشد معادل ۳۲۷/۲ درجه روز رشد تجمعی (جدول ۴) و ۵۸۰/۴۱ مترمکعب آب بیشتری را مصرف نمود (جدول ۳). مشاهده می‌گردد که تیمار برتر اغلب تیمارهایی هستند که رقم پگاه را شامل بودند و روش کشت نشایی در آن‌ها اعمال شده بود. احتمالاً همان‌گونه که Bhattaraia و همکاران (۲۰۲۰) اعلام نمودند که ارقام میان‌رس و دیررس چون به‌طور ژنتیکی مدت‌زمان بیشتری برای تکمیل دوره‌ی رشد خود نیاز دارند می‌توانند عملکرد ماده خشک بالاتری را نسبت به ارقام زودرس تولید نمایند. Hao و همکاران (۲۰۱۴) بیان داشتند که حساسیت نوری بیشتر در ارقام میان‌رس و دیررس نسبت به ارقام زودرس با تغییر نسبت نور قرمز به قرمز دور اتفاق می‌افتد. بنا بر گزارش Andonova و همکاران (۲۰۱۴) با اعمال روش کشت نشایی هم‌زمان با افزایش سرعت رشد گیاه، تعداد روز تا گل‌دهی نیز به شکل معنی‌داری افزایش می‌یابد که این خود به دلیل کوتاه شدن طول دوره موردنیاز برای استقرار مناسب گیاه در اوایل دوره رشد می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین در تاریخ کاشت دهم مردادماه نشان داد که تیمارهای کشت نشایی رقم پگاه، کشت نشایی رقم اسپیدفید و کاشت مستقیم رقم اسپیدفید از نظر عملکرد علوفه‌ی تر و عملکرد ماده‌ی خشک تولیدی همگی در یک گروه آماری جای گرفتند. تیمار کاشت مستقیم رقم پگاه نیز به‌ترتیب با تولید ۴۴/۳۹ و ۱۰/۰۲ تن در هکتار عملکرد علوفه‌ی تر و عملکرد ماده‌ی خشک در پایین‌ترین گروه آماری جای گرفت. لازم به ذکر است که با توجه به داده‌های جداول ۳ و ۴ مشخص گردید که تیمارهایی که روش کشت نشایی بر آن‌ها اعمال شده بود با ۲۰ روز طول دوره رشد، ۳۷۸/۳ درجه روز رشد تجمعی و ۲۱/۷۶ مترمکعب آب بیشتر نتوانستند تفاوت معنی‌داری از نظر مقدار عملکرد علوفه‌ی تر و عملکرد ماده‌ی خشک تولیدی نسبت به تیمار کاشت مستقیم رقم اسپیدفید ایجاد نمایند. در تاریخ کاشت ۱ مرداد و تاریخ کاشت ۱۰ مرداد تیمارهای شامل روش کشت نشایی بیش‌ترین کارآیی مصرف آب را در تولید علوفه‌ی تر و عملکرد ماده‌ی خشک داشتند که البته تفاوت معنی‌دار فقط با تیمار کاشت مستقیم رقم پگاه مشاهده شد (جدول ۷). Atis و همکاران (۲۰۱۲) و Grabovskiy و همکاران (۲۰۱۷)، هم‌زمان با تأکید بر متحمل بودن گیاه سورگوم به دماهای تا ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، حداقل دمای هوا را از جمله اصلی‌ترین عوامل مؤثر بر میزان رشد و عملکرد گیاه سورگوم برشمرده‌اند. احتمالاً چون با تأخیر در کاشت میزان دمای حداقل هوا در زمانی که اندام فتوسنتز کننده توسعه کافی یافته بودند روند کاهشی داشت این

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]

تفاوت‌ها ثبت گردید. با انجام نشاکاری تعدادی از ریشه‌های اولیه گیاه قطع می‌شود که سبب تنش انتقال نشا می‌گردد و دمای بالای خاک در زمان انتقال نشا نیز می‌تواند به‌صورت یک تنش که مدت زمانی از فعالیت اولیه گیاه را صرف رفع تنش وارده نماید (Andonova *et al*., 2014). همچنین این نتایج نشان داد که میزان حساسیت رقم پگاه نسبت به رقم اسپیدفید به تأخیر در تاریخ کاشت شدیدتر بود به‌طوری‌که تیمار کاشت مستقیم رقم پگاه در تاریخ کاشت ۱۰ مرداد کم-ترین عملکرد علوفه‌ی تر و عملکرد ماده‌ی خشک را تولید نمود (جدول ۷). ارقامی که به طول دوره بیشتری برای تکمیل دوره رویشی خود نیازمندند علی‌رغم توانایی بالای تولید چون عموماً سرعت رشد پایین‌تری دارند و با کاهش طول دوره رشد در عملکرد ماده‌ی تر و خشک پایین‌تری وارد فاز زایشی می‌شوند که خود دلیل اصلی کاهش عملکرد بیشتر این ارقام نسبت به ارقام زودرس در صورت کاهش طول دوره رشد می‌باشد (Hassan *et al*., 2019).

جدول ۵: تجزیه واریانس عملکرد علوفه سورگوم و کارآیی مصرف آب برای تولید علوفه در واکنش به تیمارهای آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد علوفه‌ی تر	عملکرد ماده‌ی خشک	کارآیی مصرف آب برای تولید علوفه‌ی تر	کارآیی مصرف آب برای تولید ماده‌ی خشک
تکرار	۲	۶۲۵/۷۸**	۳۹/۷۰**	۶۶/۶۸**	۴/۱۵**
تاریخ کاشت	۳	۱۶۵۴/۰۲**	۸۸/۷۵**	۱۲/۸۷**	۰/۷۶**
خطای کرت اصلی	۶	۹/۰۶	۰/۸۲	۰/۴۶	۰/۰۴
روش کاشت	۱	۷۱۹/۹۱**	۴۷/۳۷**	۲۶۳/۷۱**	۱۵/۷۵**
رقم	۱	۱۱۵۹/۸۸**	۸۳/۳۲**	۱۶/۹۴**	۰/۳۱**
تاریخ کاشت×روش کاشت	۳	۴۴/۴۶**	۲/۲۷**	۱۰/۷۲**	۰/۴۹**
تاریخ کاشت×رقم	۳	۳۲۰/۳۲**	۲۲/۳۲**	۳/۳۵**	۰/۱۴**
روش کاشت×رقم	۱	۱۴۱/۶۲**	۸/۲۴**	۵/۱۹**	۰/۲۰**
تاریخ کاشت×روش کاشت×رقم	۳	۶۰/۱۴**	۴/۲۲**	۱۲/۳۴**	۰/۸۱**
خطای آزمایش	۲۴	۵/۰۵	۰/۳۲	۰/۴۲	۰/۰۳
ضریب تغییرات		۸/۴۱	۸/۷۱	۷/۹۸	۸/۱۹

** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای یک درصد.

محتوی و عملکرد پروتئین قابل‌هضم و کارایی مصرف آب برای تولید پروتئین

تجزیه واریانس نشان داد که اثر روش کاشت و تاریخ کاشت بر محتوی پروتئین قابل‌هضم به‌ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد معنی‌دار بود اما اثر رقم بر این صفت معنی‌دار نشد. هم‌چنین برهم‌کنش دوگانه‌ی تاریخ کاشت×رقم و برهم‌کنش سه‌گانه‌ی تاریخ کاشت×روش کاشت×رقم بر محتوی پروتئین قابل‌هضم به‌ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد معنی‌دار بود، اما سایر برهم‌کنش‌ها بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۸). با تأخیر در کاشت، محتوی پروتئین

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]

قابل‌هضم افزایش یافت به نحوی که بیشترین میزان این صفت (۶۱ گرم در کیلوگرم ماده خشک) در تاریخ کاشت دهم مردادماه حاصل شد. همچنین روش کشت نشایی در مقایسه با کشت مستقیم بذر، محتوی پروتئین علوفه را به طور معنی‌داری کاهش داد (جدول ۹). در تاریخ کاشت ۱۰ تیر تیمار کاشت مستقیم رقم اسپیدفید بیش‌ترین و تیمار کاشت مستقیم رقم پگاه کم‌ترین مقدار پروتئین قابل‌هضم را تولید نمودند. در تاریخ کاشت ۲۰ تیر تیمار کاشت مستقیم رقم اسپیدفید بیش‌ترین و تیمارهایی که دارای رقم پگاه بودند کم‌ترین مقدار پروتئین قابل‌هضم را تولید نمودند (جدول ۱۰). در مطالعه‌ای Lyons و همکاران (۲۰۱۹) بیان داشتند که با افزایش طول دوره رشد مقدار پروتئین در سورگوم علوفه‌ای کاهش یافت؛ بنابراین مشاهده می‌گردد تیمارهایی که شامل روش کشت نشایی بودند و یا رقم میان‌رس پگاه را شامل می‌شدند در این تاریخ‌های کاشت مقدار پروتئین قابل‌هضم پایین‌تری را تولید نمودند. در تاریخ کاشت ۱ مرداد تیمار کاشت مستقیم رقم پگاه به شکل معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها پروتئین قابل‌هضم بیشتری را سبب گردید. در تاریخ کاشت ۱۰ مرداد نیز تیمار کاشت مستقیم رقم پگاه بیش‌ترین و تیمارهایی که روش کشت نشایی بر آن‌ها اعمال شده بود کم‌ترین پروتئین قابل‌هضم را سبب شدند (جدول ۱۰). Jahanzad و همکاران (۲۰۱۳) مقدار پروتئین بیشتر رقم پگاه نسبت به رقم اسپیدفید را منتج از درصد فیبر بالاتر رقم اسپیدفید و همبستگی منفی مقدار پروتئین با مقدار فیبر دانستند. Biswas (۲۰۲۰) اظهار داشت که اعمال تیمار کشت نشایی سبب افزایش مقدار ماده‌ی خشک تولیدی در واحد سطح می‌گردد و همبستگی منفی ماده‌ی خشک با مقدار پروتئین توسط Jahanzad و همکاران (۲۰۱۳) و Lyons (۲۰۱۹) گزارش شده است احتمالاً این نتایج به دست آمد.

جدول ۶: اثر تاریخ کاشت، روش کاشت و رقم بر عملکرد علوفه و کارآیی مصرف آب آن در سورگوم علوفه‌ای

تیمار	عملکرد علوفه‌ی تر	عملکرد ماده‌ی خشک	کارآیی مصرف آب برای تولید علوفه‌ی تر	کارآیی مصرف آب برای تولید ماده‌ی خشک
	(تن در هکتار)		(کیلوگرم بر مترمکعب آب)	
تاریخ کاشت				
۱۰ تیر	۷۹/۱۵ a	۱۸/۳۷ a	۲۳/۰۳ a	۵/۳۳ a
۲۰ تیر	۷۰/۵۱ b	۱۵/۹۹ b	۲۱/۵۶ b	۴/۸۸ bc
۱ مرداد	۶۲/۲۵ c	۱۴/۲۷ c	۲۱/۷۴ b	۴/۹۸ b
۱۰ مرداد	۵۱/۶۴ d	۱۱/۹۳ d	۲۰/۵۱ c	۴/۷۴ c
روش کاشت				
مستقیم	۶۲/۰۱ b	۱۴/۱۵ b	۱۹/۳۷ b	۴/۴۱ b
نشاکاری	۶۹/۷۶ a	۱۶/۱۳ a	۲۴/۰۵ a	۵/۵۵ a
رقم				
اسپیدفید	۶۰/۹۷ b	۱۳/۸۲ b	۲۲/۳۰ a	۵/۰۶ a
پگاه	۷۰/۸۰ a	۱۴/۴۶ a	۲۱/۱۲ b	۴/۹۰ b

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار هستند (آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]

جدول ۷: مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت×روش کاشت×رقم بر عملکرد علوفه و کارایی مصرف آب آن در سورگوم علوفه‌ای به روش برش‌دهی روی تاریخ کاشت

تاریخ کاشت	روش کاشت×رقم	عملکرد علوفه‌ی تر	عملکرد ماده‌ی خشک	کارآیی مصرف آب برای تولید علوفه‌ی تر	کارآیی مصرف آب برای تولید ماده‌ی خشک
		(تن در هکتار)		(کیلوگرم بر مترمکعب آب)	
۱۰ تیر	مستقیم اسپیدفید	۶۱/۳۶ c	۲۹/۱۴ c	۱۹/۱۵ c	۴/۳۲ c
	مستقیم پگاه	۸۲/۶۲ b	۱۹/۵۲ ab	۱۹/۴۲ c	۴/۵۹ c
	نشاکاری اسپیدفید	۷۳/۳۳ bc	۱۶/۷۶ bc	۲۹/۵۵ a	۶/۷۵ a
	نشاکاری پگاه	۹۷/۲۹ a	۲۲/۹۱ a	۲۴/۰۲ b	۵/۶۵ b
۲۰ تیر	مستقیم اسپیدفید	۶۰/۸۰ b	۱۳/۳۰ b	۱۹/۰۶ b	۴/۱۷ b
	مستقیم پگاه	۷۵/۰۸ ab	۱۷/۳۸ a	۱۹/۹۸ b	۴/۶۲ ab
	نشاکاری اسپیدفید	۶۶/۶۰ ab	۱۴/۸۹ ab	۲۴/۹۸ a	۵/۵۹ a
	نشاکاری پگاه	۷۹/۵۴ a	۱۸/۳۹ a	۲۲/۲۳ ab	۵/۱۴ ab
۱ مرداد	مستقیم اسپیدفید	۶۱/۷۰ ab	۱۴/۰۷ b	۲۰/۶۱ ab	۴/۷۰ ab
	مستقیم پگاه	۵۸/۷۵ b	۱۳/۲۸ b	۱۹/۳۰ b	۴/۳۶ b
	نشاکاری اسپیدفید	۵۵/۹۳ b	۱۲/۷۶ b	۲۲/۹۷ ab	۵/۲۴ ab
	نشاکاری پگاه	۷۲/۶۱ a	۱۶/۹۸ a	۲۴/۰۸ a	۵/۶۳ a
۱۰ مرداد	مستقیم اسپیدفید	۴۹/۴۰ ab	۱۱/۳۲ ab	۱۹/۷۱ ab	۴/۵۲ ab
	مستقیم پگاه	۴۴/۳۹ b	۱۰/۰۲ b	۱۷/۷۱ b	۴/۰۰ b
	نشاکاری اسپیدفید	۵۶/۶۴ a	۱۳/۱۹ a	۲۲/۴۱ a	۵/۲۲ a
	نشاکاری پگاه	۵۶/۱۲ a	۱۳/۱۹ a	۲۲/۲۰ a	۵/۲۲ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار هستند (آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد).

جدول ۸: تجزیه واریانس پروتئین قابل‌هضم و انرژی خالص شیردهی در سورگوم علوفه‌ای و کارآیی مصرف آب آن‌ها در واکنش به تیمارهای آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		محتوی پروتئین قابل‌هضم	عملکرد پروتئین قابل‌هضم	انرژی خالص شیردهی	کارآیی مصرف آب برای تولید پروتئین قابل‌هضم	کارآیی مصرف آب برای تولید انرژی شیردهی
تکرار	۲	۷/۲^{ns}	۱۰۹۹۴۶/۰۴**	۷۳۱۹۷۰۲۷**	۰/۰۱۳**	۱۶/۰۲**
تاریخ کاشت	۳	۱۷۴/۱*	۱۰۵۹۳۹/۵۳**	۹۲۵۱۳۶۳۱**	۰/۰۰۱*	۰/۶۹^{ns}
خطای کرت اصلی	۶	۱۸/۲	۱۶۳۱/۴۲	۶۴۴۳۵۳۵	۰/۰۰۰۲	۰/۳۳
روش کاشت	۱	۲۶۹/۵**	۳۷۳۰۸/۹۷**	۱۰۷۰۴۸۱۱۱**	۰/۰۲۲**	۱/۸۱*
رقم	۱	۹/۲^{ns}	۲۳۱۴۶۶/۹۴**	۲۹۴۶۶۰۹۴۴**	۰/۰۰۰۳^{ns}	۱/۱۰^{ns}
تاریخ کاشت×روش کاشت	۳	۲۸/۰^{ns}	۴۱۷۰/۱۴^{ns}	۱۶۶۵۷^{ns}	۰/۰۰۲*	۰/۱۰^{ns}
تاریخ کاشت×رقم	۳	۱۴۳/۰**	۱۴۸۳۱/۶۳*	۴۱۳۲۹۱۹۹**	۰/۰۰۴**	۰/۲۵^{ns}
روش کاشت×رقم	۱	۱/۷^{ns}	۴۱۱۶۷/۷۰**	۲۹۵۹۴۴۲۵**	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}
تاریخ کاشت×روش کاشت×رقم	۳	۸۲/۳*	۵۸۸۸/۹۷*	۱۴۰۲۵۱۷*	۰/۰۰۰۲*	۰/۳۰^{ns}
خطای کل	۲۴	۲۳/۷	۳۶۳۱/۹۲	۲۶۷۳۸۰۶	۰/۰۰۰۴	۰/۲۶۹
ضریب تغییرات		۸/۶۳	۷/۱۸	۸/۰۰	۷/۵۰	۷/۹۷

* و ** به‌ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای پنج و یک درصد، ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]

تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی تاریخ کاشت، روش کاشت و رقم و همچنین برهم‌کنش روش کاشت×رقم بر عملکرد پروتئین قابل‌هضم در سطح احتمال یک درصد و برهم‌کنش‌های تاریخ کاشت×رقم و تاریخ کاشت×روش کاشت×رقم بر این صفت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود اما برهم‌کنش تاریخ کاشت×روش کاشت بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۸). تأخیر در کاشت سبب کاهش عملکرد پروتئین قابل‌هضم شد به‌نحوی‌که بیشترین میزان این صفت (۹۴۱ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت دهم تیرماه حاصل شد. همچنین روش کشت نشایی در مقایسه با کشت مستقیم بذر، عملکرد پروتئین علوفه را به طور معنی‌داری افزایش داد. رقم پگاه نیز به طور کلی نسبت به هیبرید اسپیدفید عملکرد پروتئین بالاتری داشت (جدول ۹). در تاریخ کاشت ۱۰ تیر و تاریخ کاشت ۲۰ تیر تیمار کشت نشایی رقم پگاه به‌ترتیب با تولید ۱۱۴۱/۲۱ و ۹۹۸/۰۷ کیلوگرم در هکتار اختلافی معنی‌دار با سایر تیمارها که در یک گروه آماری بودند ایجاد نمود. در تاریخ کاشت ۱ مرداد تیمار کشت نشایی رقم پگاه ضمن تولید بیش‌ترین مقدار عملکرد پروتئین قابل‌هضم تفاوت معنی‌دار را با تیمارهایی که رقم اسپیدفید را شامل می‌شدند ایجاد نمود (جدول ۱۰). احتمالاً چون تیمار کشت نشایی رقم پگاه میانگین عملکرد ماده‌ی خشک بالاتری را به دلیل بهره‌گیری از دو عامل افزایش‌دهنده عملکرد یعنی نشا که بنا به گزارش Biswas (۲۰۱۹) سبب افزایش معنی‌دار ماده‌ی خشک تولیدی در واحد سطح می‌گردد و عامل دوم رقم که بنا بر گزارش Hassan و همکاران (۲۰۱۹) ارقام دیررس و میان‌رس مقدار ماده‌ی خشک بیشتری را تولید می‌کنند و صفت عملکرد پروتئین قابل‌هضم نیز بر اساس مقدار ماده‌ی خشک تولیدی در واحد سطح محاسبه می‌گردد این نتایج ثبت گردید؛ اما در تاریخ کاشت ۱۰ مرداد مقایسه میانگین اختلاف معنی‌دار میان تیمارها را نشان نداد. دلیل این مسئله می‌تواند پیرو نتایج Atis و همکاران (۲۰۱۲) باشد که کاهش طول دوره رشد میزان ماده‌ی خشک تولیدی را کاهش می‌دهد. احتمالاً این کاهش در مقدار عملکرد تولیدی به همراه همبستگی منفی مقدار پروتئین تولیدی با ماده‌ی خشک سبب گردید که اختلاف معنی‌داری که در تاریخ کاشت‌های قبلی مشاهده گردید به کمتر از حداقل اختلاف معنی‌دار کاهش یافته و نهایتاً تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف ثبت نگردد (Jahanzad *et al*., 2013; Hassan *et al*., 2020). از نظر کارآیی مصرف آب برای تولید پروتئین قابل‌هضم در تاریخ کاشت ۱۰ تیر و تاریخ کاشت ۲۰ تیر تیمار کشت نشایی رقم اسپیدفید توانست بالاترین میانگین را ایجاد نماید که مقدار این تفاوت با تیمارهایی که روش کاشت مرسوم را شامل می‌شدند از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۱۰). احتمالاً چون این تیمار در درجه اول از مزایای روش کشت نشایی بهره برده بود که بنا به گفته‌ی Agbaje و Olofintoye (۲۰۰۲) و Jo و همکاران (۲۰۱۶) با نشاکاری طول دوره رشد گیاه در مزرعه کاهش می‌یابد و دوم چون رقم اسپیدفید یک رقم زودرس بوده که به دلیل سرعت رشد بالا در بازه‌ی زمانی کوتاه‌تری نسبت به رقم پگاه مراحل رشدی خود را تکمیل نمود مقدار آب در دسترس را برای تولید پروتئین قابل‌هضم با

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]

بهره‌وری بالاتری مورداستفاده قرار داد و سبب این اختلاف گردید؛ اما در تاریخ کاشت ۱ مرداد و تاریخ کاشت ۱۰ مرداد تفاوتی معنی‌دار بین تیمارهای مختلف از نظر کارآیی مصرف آب برای تولید پروتئین مشاهده نگردید (جدول ۱۰). احتمالاً چون در این تاریخ کاشت‌ها روند تولید ماده‌ی خشک به‌تبع طول دوره رشد کاهش یافت که Jahanzad و همکاران (۲۰۱۳) در این رابطه اشاره داشتند که رابطه منفی میان ماده‌ی خشک و مقدار پروتئین تولیدی وجود دارد و از سوی دیگر مقدار آب مصرفی در دوره خزانه برای تیمارهایی که روش کشت نشایی را شامل می‌شدند به حدی نبود که سبب ایجاد تفاوت معنی‌دار گردد این نتایج ثبت گردید (Naoura *et al*., 2019).

انرژی خالص برای شیردهی و کارآیی مصرف آب برای تولید انرژی

تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی تاریخ کاشت، روش کاشت و رقم و همچنین برهم‌کنش‌های روش کاشت×رقم و تاریخ کاشت×رقم بر تولید انرژی خالص برای شیردهی در سطح احتمال یک درصد و برهم‌کنش تاریخ کاشت×روش کاشت×رقم بر این صفت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود اما برهم‌کنش تاریخ کاشت×روش کاشت معنی‌دار نشد (جدول ۸). روش کشت نشایی در مقایسه با کشت مستقیم بذر، تولید انرژی خالص شیردهی را به طور معنی‌داری کاهش داد. رقم پگاه نیز به طور کلی نسبت به هیبرید اسپیدفید تولید انرژی بالاتری داشت (جدول ۹). همچنین این نتایج نشان داد که در بین اثرهای اصلی فقط روش کاشت صفت کارآیی مصرف آب برای تولید انرژی خالص شیردهی را تحت اثر قرار داد (جدول ۸). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در تاریخ کاشت ۱۰ تیر تیمار کاشت مستقیم رقم پگاه بیش‌ترین و تیمار کشت نشایی رقم اسپیدفید کم‌ترین مقدار انرژی خالص شیردهی را تولید نمودند. تفاوت میان تیمار کاشت مستقیم رقم پگاه با تیمارهایی که رقم اسپیدفید را شامل می‌شدند معنی‌دار بود (جدول ۱۰). Jahanzad و همکاران (۲۰۱۳) نیز همبستگی منفی میان فیبرهای محلول در شوینده‌ی خنثی با انرژی خالص شیردهی را گزارش نمود. احتمالاً مقدار فیبرهای محلول در شوینده‌ی خنثی پایین‌تر در کنار روش کاشت روش کاشت مرسوم که به دلیل سرعت رشد پایین‌تر گیاه نسبت به روش کشت نشایی و کمتر بودن مقدار ترکیب‌های ساختاری دیواره سلولی سبب برتری تیمار کاشت مستقیم رقم پگاه نسبت به سایر تیمارهایی که رقم اسپیدفید را شامل می‌شدند در این تاریخ کاشت گردید (Naoura *et al*., 2019). نکته جالب توجه در این تاریخ کاشت عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین تیمارهای کشت نشایی رقم پگاه و کاشت مستقیم رقم اسپیدفید بود. این نتیجه می‌تواند اثر روش کاشت روش کشت نشایی بر ویژگی‌های کیفی به‌ویژه انرژی خالص شیردهی را به‌صورت واضح‌تر نشان دهد. بدین‌صورت که احتمالاً چون اعمال روش کشت نشایی سبب افزایش سرعت رشد گردید به‌تبع آن مقدار ترکیب‌های ساختاری دیواره سلولی افزایش یافت (Biswas, 2020). این افزایش سرعت رشد و افزایش مقدار ترکیب‌های ساختاری سبب گردید که مقدار انرژی خالص شیردهی تولیدی میان این

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]

تیمار با تیمار کاشت مستقیم رقم اسپیدفید غیر معنی‌دار گردد (Naoura *et al*., 2019; Hassan *et al*., 2020). با بررسی کارآیی مصرف آب برای تولید انرژی خالص شیردهی که مشخص می‌گردد تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود نداشت می‌توان ابراز داشت که اگر هدف از تولید علوفه تأمین علوفه برای دام‌های شیری باشد و نیاز مبرم به علوفه نباشد (بیشتر از ۹۰ روز زمان در اختیار باشد) بهتر است از تیمار کشت نشایی رقم پگاه استفاده گردد که در بازه زمانی کوتاه‌تر و با کارآیی مصرف آب بالاتری علوفه خشک را تولید نمود. در تاریخ کاشت ۲۰ تیر تفاوت معنی‌دار میان تیمارهای مختلف از نظر انرژی خالص شیردهی تولیدی و کارآیی مصرف آب برای تولید انرژی خالص شیردهی مشاهده نگردید. احتمالاً چون تأخیر ۱۰ روزه در کاشت سبب کاهش شدیدتر انرژی خالص شیردهی تولیدی در تیمارهایی که رقم پگاه را شامل می‌شدند نسبت به تیمارهایی که رقم اسپیدفید را شامل می‌شدند گردید، مقدار تفاوتی که در تاریخ کاشت ۱۰ تیر مشاهده گردید کاهش یافته و اختلاف غیر معنی‌دار ثبت گردد. این مسئله می‌تواند ناشی از حساسیت بیشتر رقم پگاه به تأخیر در کاشت و توان تحمل بیشتر در رقم اسپیدفید به تأخیر در کاشت مربوط گردد (Jahanzad *et al*., 2013). در تاریخ کاشت ۱ مرداد تیمار کاشت مستقیم رقم پگاه با افزایش ۳۲/۱۴ درصدی نسبت به تاریخ کاشت ۲۰ تیر بیش‌ترین مقدار انرژی خالص شیردهی و تیمارهای شامل اسپیدفید که هر دو در یک گروه آمار بودند کم‌ترین مقدار انرژی خالص شیردهی را تولید نمودند. احتمالاً چون تأخیر در کاشت سبب گردید که سرعت تولید ماده‌ی خشک کاهش یابد و در کنار آن ویژگی ژنتیکی رقم پگاه که دارای سرعت رشد پایین‌تر و نهایتاً انرژی خالص شیردهی بیشتری بودند در گروه آماری برتری نسبت به تیمارهای شامل رقم اسپیدفید قرار گیرند (Naoura *et al*., 2019). همچنین تفاوت میان روش‌های کاشت در این تاریخ کاشت نشان داد که افزایش مقدار ماده‌ی خشک تولیدی در واکنش به اعمال روش کشت نشایی تفاوت معنی‌دار بین تیمار کاشت مستقیم رقم پگاه و کشت نشایی رقم پگاه ایجاد نماید. در تاریخ کاشت ۱۰ مرداد تیمار کاشت مستقیم رقم پگاه همچنان تیمار برتر و تیمارهایی که شامل رقم اسپیدفید می‌شدند در پایین‌ترین گروه آماری جای گرفتند. نکته مهم در این تاریخ کاشت عدم تفاوت معنی‌دار میان تیمارهای روش کاشت مرسوم و روش کشت نشایی بر ارقام بود. احتمالاً چون در این تاریخ کاشت تأخیر ۳۲ روزه نسبت به تاریخ کاشت اول وجود داشت و دوره رشد برای تمامی تیمارها یکسان بود سبب گردید که ویژگی ژنتیکی عامل تعیین‌کننده در مقدار انرژی خالص شیردهی تولیدی باشد (Hao *et al*., 2014) که این عامل سبب گردید که از نظر کارآیی مصرف آب برای تولید انرژی خالص شیردهی نیز تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نگردد (Zandonadi *et al*., 2017).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]

جدول ۹: اثر اصلی تاریخ کاشت، روش کاشت و رقم بر تولید پروتئین قابل‌هضم و انرژی خالص شیردهی و کارآیی مصرف آب آن‌ها در سورگوم علوفه‌ای

تیمار	پروتئین قابل‌هضم (گرم در کیلوگرم)	عملکرد پروتئین قابل‌هضم (کیلوگرم در هکتار)	انرژی خالص شیردهی (مگاکالری در هکتار)	کارآیی مصرف آب برای تولید پروتئین قابل‌هضم (کیلوگرم بر مترمکعب)	کارآیی مصرف آب برای تولید انرژی شیردهی (مگاکالری بر مترمکعب)
تاریخ کاشت					
۱۰ تیر	۵۲/۰ c	۹۴۰/۹۸ a	۲۱۹۸۶ a	۰/۲۷۴ ab	۶/۳۳ a
۲۰ تیر	۵۵/۶ bc	۸۸۱/۱۸ b	۱۷۰۷۴ b	۰/۲۷۰ b	۶/۲۸ a
۱ مرداد	۵۷/۱ ab	۸۱۳/۷۳ c	۲۲۴۳۳ a	۰/۲۸۳ ab	۶/۷۷ a
۱۰ مرداد	۶۱/۲ a	۷۲۲/۰۹ d	۱۷۸۰۳ b	۰/۲۸۷ a	۶/۶۴ a
روش کاشت					
مستقیم	۵۸/۸ a	۸۱۱/۶۲ b	۲۱۳۱۷ a	۰/۲۵۷ b	۶/۷۰ a
نشاکاری	۵۴/۱ b	۸۶۷/۳۸ a	۱۸۳۳۱ b	۰/۳۰۰ a	۶/۳۱ b
رقم					
اسپیدفید	۵۶/۰ a	۷۷۰/۰۵ b	۱۷۳۴۶ b	۰/۲۸۱ a	۶/۳۵ a
پگاه	۵۶/۹ a	۹۰۸/۹۴ a	۲۲۳۰۱ a	۰/۲۷۶ a	۶/۶۵ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار هستند (آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد).

جدول ۱۰: مقایسه میانگین برهم‌کنش تاریخ کاشت×روش کاشت×رقم بر تولید پروتئین قابل‌هضم و انرژی خالص شیردهی و کارآیی مصرف آب آن‌ها در سورگوم علوفه‌ای به روش برش‌دهی روی تاریخ کاشت.

تاریخ کاشت	روش کاشت×رقم	پروتئین قابل‌هضم (گرم در کیلوگرم)	عملکرد پروتئین قابل‌هضم (کیلوگرم در هکتار)	انرژی خالص شیردهی (مگاکالری در هکتار)	کارآیی مصرف آب برای تولید پروتئین قابل‌هضم (کیلوگرم بر مترمکعب)	کارآیی مصرف آب برای تولید انرژی شیردهی (مگاکالری بر مترمکعب)
۱۰ تیر	**مستقیم اسپیدفید**	۵۹/۵ a	۸۴۴/۷۸ b	۱۸۹۳۶ bc	۰/۲۵۵ b	۶/۴۱ a
	مستقیم پگاه	۴۸/۰ b	۹۳۴/۴۱ b	۲۸۱۳۱ a	۰/۲۲۰ b	۶/۷۳ a
	نشاکاری اسپیدفید	۵۰/۲ ab	۸۴۲/۵۳ b	۱۶۹۷۰ c	۰/۳۴۰ a	۵/۶۸ a
	نشاکاری پگاه	۵۰/۲ ab	۱۱۴۲/۲۱ a	۲۳۹۰۸ ab	۰/۲۸۲ ab	۶/۴۷ a
۲۰ تیر	**مستقیم اسپیدفید**	۶۰/۸ a	۸۰۳/۲۸ b	۱۷۶۴۶ a	۰/۲۵۲ b	۶/۲۹ a
	مستقیم پگاه	۵۲/۴ b	۹۰۸/۶۰ ab	۱۹۴۷۵ a	۰/۲۴۲ b	۶/۴۲ a
	نشاکاری اسپیدفید	۵۴/۸ ab	۸۱۴/۷۷ b	۱۵۷۵۴ a	۰/۳۰۶ a	۶/۲۷ a
	نشاکاری پگاه	۵۴/۴ b	۹۹۸/۰۷ a	۱۵۴۲۱ a	۰/۲۷۹ ab	۶/۱۳ a
۱ مرداد	**مستقیم اسپیدفید**	۵۳/۹ b	۷۶۰/۵۱ b	۱۹۰۹۲ c	۰/۲۵۴ a	۷/۱۳ a
	مستقیم پگاه	۶۴/۵ a	۸۵۵/۰۹ ab	۲۸۶۹۸ a	۰/۲۸۱ a	۶/۹۸ a
	نشاکاری اسپیدفید	۵۳/۸ b	۶۸۸/۵۹ b	۱۷۶۸۷ c	۰/۲۸۳ a	۶/۳۰ a
	نشاکاری پگاه	۵۶/۰ b	۹۵۰/۷۳ a	۲۴۲۵۴ b	۰/۳۱۵ a	۶/۶۷ a
۱۰ مرداد	**مستقیم اسپیدفید**	۶۰/۱ ab	۶۷۷/۲۷ a	۱۶۵۴۴ ab	۰/۲۷۰ a	۶/۳۴ a
	مستقیم پگاه	۷۱/۴ a	۷۰۹/۰۰ a	۲۲۰۱۷ a	۰/۲۸۳ a	۷/۲۸ a
	نشاکاری اسپیدفید	۵۵/۰ b	۷۲۸/۶۹ a	۱۶۱۴۱ b	۰/۲۸۸ a	۶/۴۰ a
	نشاکاری پگاه	۵۸/۲ b	۷۷۳/۴۰ a	۱۶۵۰۹ ab	۰/۳۰۶ a	۶/۵۶ a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد تفاوت معنی‌دار هستند (آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج این تحقیق سودمندی روش کشت نشایی را در تولید علوفه و بهره‌وری آب نسبت به روش کشت مستقیم بذر سورگوم نشان داد. همچنین بهره‌وری آب در کشت نشایی هیبرید زودرس اسپیدفید بیشتر از رقم میان‌رس پگاه بود. درصورتی‌که تأخیر در کاشت اجتناب‌ناپذیر باشد، با نشاکاری رقم اسپیدفید می‌توان ضمن بهره‌وری مناسب از طول دوره رشد، تأخیر در کاشت را جبران کرد و منابع محدود آب را با کارآیی بالاتری به تولید علوفه‌ی مناسب اختصاص داد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که کشت نشایی رقم پگاه تنها در تاریخ کاشت دهم تیرماه سودمند بود و عملکرد علوفه-ی بالاتری نسبت به رقم اسپیدفید تولید کرد و در سایر تاریخ‌های کاشت برتری با هیبرید اسپیدفید بود. با توجه به این موضوع که مهم‌ترین عامل محدودکننده در مناطق خشک و نیمه‌خشک، دسترسی به منابع آب است، رقم اسپیدفید که بهره‌وری آب بالاتری داشت، انتخاب مناسب‌تری می‌باشد؛ بنابراین با در نظر گرفتن اهداف کشاورزی پایدار و به‌منظور استفاده بهینه از منابع آبی، تیمار نشاکاری هیبرید اسپیدفید قابل توصیه می‌باشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از حمایت‌های مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی در اجرای پروژه تحقیقاتی با کد مصوب ۹۶۰۲۵۱ - ۰۲۳- ۰۳- ۰۳- ۲۴ سپاسگزاری می‌شود.

منابع

خزائی، ع.، فومن، ع.، رهجو، و.، گل‌زردی، ف. ۱۳۹۸. زراعت و مشخصات ارقام معرفی‌شده سورگوم، چاپ اول، نشر آموزش، مؤسسه آموزش و ترویج کشاورزی. ۱۳۲ ص.

قوشچی، ف. ۱۳۹۴. بررسی امکان کاهش خسارت ناشی از تنش قطع آبیاری بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و کیفیت ذرت دانه‌ای با کاربرد پلیمر سوپرجاذب. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۷: ۸۶-۹۴.

لرکی، ف.، امیربختیار، ن.، قمری، م. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزاء عملکرد شش هیبرید متوسطرس امیدبخش ذرت. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۴: ۶۹-۵۹.

ممبینی، ز.، خدارحم‌پور، ز.، معتمدی، م. ۱۳۹۶. بررسی اثر دورهای مختلف آبیاری بر عملکرد و خصوصیات زراعی ژنوتیپ‌های سورگوم علوفه‌ای. نشریه فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۹: ۱۱۹-۱۳۵.

گل‌زردی، ف.، نظری، ش.، رهجو، و. ۱۳۹۸. زراعت سورگوم، چاپ اول، انتشارات اتکا، ۱۸۴ ص.

Agbaje, G. O. and Olofintoye, J. A. 2002. Effect of transplanting on yield and growth of grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Tropicultura. 20: 217-220.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration-guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage. 56: 26-40.

Amirsadeghi, M., Gholami, H., Fazaeli, H. and Kochaki, A. 2019. Investigation of prussic acid and nitrate concentration in eighteen varieties of forage sorghum. Animal Sciences. 121: 205-218.

Andonova, P. S., 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: 1314-1329.

Assefa, D., Belay, M., Tsegay, D. and Haile, M. 2007. Transplanting sorghum as a means of ensuring food security in low rainfall sorghum growing areas. Drylands Coordination Group Report. No. 48: 03.

Atis, I., Konuskan, O., Duru, M., Gozubenli, H. and Yilmaz, S. 2012. Effect of harvesting time on yield, composition and forage quality of some forage sorghum cultivars. International Journal of Agriculture and Biology. 14: 879–886.

Bakhtiyari, F., Zamanian, M. and Golzardi, F. 2020. Effect of mixed intercropping of clover on forage yield and quality. South-Western Journal of Horticulture, Biology and Environment. 11(1):49–66.

Bhattaraia, B., Singha, S., Westa, C. P., Ritchiea, G. L. and Trostleb, C. L. 2020. Water depletion pattern and water use efficiency of forage sorghum, pearl millet, and corn under water limiting condition. Agricultural Water Management. 238: 106206.

Biswas, S. 2020. Prospects and constraints of transplanted maize, wheat, sorghum and pearl millet: a review. International Journal of Environment and Climate Change. 10: 24-43.

Corcoran, S. G., Hashemi, M., Sadeghpour, A., Jahanzad, E., Keshavarz Afshar, R. and Liu, X. 2020. Understanding intercropping to improve agricultural resiliency and environmental sustainability. Advances in Agronomy. 162: 199-256.

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: 726-734.

Grabovskiy, M. B., Grabovskaya, T. O., Kozak, L. A., Gorodetskyi, O. S. and Bohatyr, L. V. 2017. Formation of sugar sorgo productivity under the influence of sowing terms. Ukrainian Journal of Ecology. 7: 500–505.

Hao, B., Xue, Q., Bean, B. W., Rooney, W. L. and Becker, J. D. 2014. Biomass production, water and nitrogen use efficiency in photoperiod-sensitive sorghum in the Texas High Plains. Biomass and Bioenergy. 62: 108–116.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]

Hassan, M. U., Chattha, M. U., Barbanti, L., Barbanti, L., Mahmood, A., Chattha, M. B., Khan, I., Mirza, S., Aziz, S. A., Nawaz, M. and Aamer, M. 2019. Cultivar and seeding time role in sorghum to optimize biomass and methane yield under warm dry climate. Industrial Crops and Products. 145: 111983.

Hassan, M. U., Chattha, M. U., Khan, I., Chattha, M. B., Barbanti, L., Aamer, M., Iqbal, M. M., Nawaz, M., Mahmood, A., Ali, A. and Aslam, M.T. 2020. Heat stress in cultivated plants: nature, impact, mechanisms, and mitigation strategies-a review. An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology. 10: 1080.

Jahanzad, E., Jorat, M., Moghadam, H., Sadeghpour, A., Chaichi, M. R. and Dashtaki, M. 2013. Response of a new and a commonly grown forage sorghum cultivar to limited irrigation and planting density. Agricultural Water Management. 117: 62– 69.

Jo, S. M., Jung, K.Y., Kang, H. W., Choi, Y. D., Lee, J. S. and Jeon, S. H. 2016. Effect of seedling age on growth and yield at transplanting of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). Korean Journal of Crop Science. 61: 50-56.

Lyons, S. E., Ketterings, Q. M., Godwin, G., Cherney, D. J., Cherney, J. H., Van Amburgh, M. E., Meisinger, J. J. and Kilcer, T. F. 2019. Best timing of harvest for brown midrib forage sorghum yield, nutritive value, and ration performance. Cornell Field Crops Newsletter. What's Cropping Up 29: 1-3.

Naoura, G., Sawadogo, N., Atchozou, E. A., Emendack, Y., Hassan, M. A., Reoungal, D., Amos, D. N., Djirabye, N., Tabo, R. and Laza, H. 2019. Assessment of agro-morphological variability of dry-season sorghum cultivars in Chad as novel sources of drought tolerance. Scientific Reports. 9: 19581.

NRC. 2007. National research council. Nutrient requirements of small ruminant. National Academic Science, Washington, DC, USA.

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

Sabahie, S., Vazan, S., Oveisi, M., Golzardi, F. 2014. Evaluation of allelopathic effects of aqueous extract of sorghum crops (*Sorghum bicolor* L.) on germination red root pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences. 3: 129-132.

Zandonadi, C. H. S., Albuquerque, C. J. B., Freitas, R. S., Paula, A. D. M. and Clemente, M. A. 2017. Agronomic characteristics and macronutrient export of grain sorghum hybrids from different sowing dates. Ciênc Agrotec. 41: 7–14.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]

Effect of Transplanting on the Yield and Water Use Efficiency of Forage Sorghum in Different Planting Dates

I. Mirahki[1], M.R. Ardakani[2], F. Golzardi[3*], F. Paknejad[4] and A. Mahrokh[5]

1) Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

2 & 4) Professor of Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

3 & 5) Assistant Professor of Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.

***Corresponding author: f.golzardi@areeo.ac.ir**

This article is extracted from Ph.D. thesis.

Received date: 23.08.2020 **Accepted date: 29.10.2020**

Abstract

In order to investigate the effect of transplanting on water productivity for fresh forage, dry matter, protein and energy production in forage sorghum cultivars under different planting dates, a split-plot factorial experiment was conducted based on a randomized complete blocks design with three replications at Karaj Seed and Plant Improvement Institute during 2017 cropping year. Planting dates at four levels (July 1st, July 10th, July 23rd and August 1st) as the main factors and the factorial of planting methods (direct seed sowing and transplanting) and sorghum cultivars (Speedfeed and Pegah) as the sub-factors were investigated. The results showed that delay in planting date from July 1st to July 10th, July 23rd and August 1st caused a decrease in dry matter yield of 12.96, 22.31, 35.06 percent, respectively, water use efficiency for dry matter production 8.41, 6.47 and 11.07 percent, respectively, and the yield of digestible protein 6.36, 13.52 and 23.26 percent, respectively. The transplanting method compared to direct seed sowing at the planting dates of July 1st, July 10th, July 23rd and August 1st increased dry matter yield 14.77, 7.81, 8.04, and 19.11 percent, respectively, water use efficiency for dry matter production 28.24, 18.02, 16.64, and 18.41 percent and the yield of digestible protein 10.36, 5.57, 1.45 and 7.71 percent. The difference between Pegah cultivar and Speed feed hybrid at the planting dates of July 1st, July 10th, July 23rd and August 1st sequentially recorded as 26.82, 21.19, 11.33 and -5.66 percent for dry matter yield, -8.09, 0.08, 0.53, and -5.66 percent for the water use efficiency for dry matter production, and 18.45, 15.14, 19.75, and 5.16 percent for the yield of digestible protein. Overall, the highest water use efficiency for the production of fresh forage, dry matter and digestible protein (29.55, 6.75 and 0.34 kilograms per cubic meter of water, respectively) was obtained by the transplanting of Speedfeed hybrid on the July 1st; therefore, this treatment can be recommended to achieve the maximum water productivity, especially in the conditions of limited water resources.

Keywords: Cultivar, Protein, Dry matter and Energy.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.9.4]