

DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.3.3.8

اثر پیش‌خیساندن بذر بر جبران دیر کاشت دو رقم سورگوم علوفه‌ای
(*Sorghum bicolor* (L.) Moench) در کشت دوم

Effect of seed pre-soaking on compensation of late planting of two forage sorghum
(*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivars in second cropping

فرید گل‌زردی^۱، عظیم خزائی^۲، علی ماهرخ^۳، وحید رهجو^۴ و هرمز اسدی^۵

چکیده

گل‌زردی، ف.، ع. خزائی، ع. ماهرخ، و. رهجو و ه. اسدی. ۱۴۰۱. اثر پیش‌خیساندن بذر بر جبران دیر کاشت دو رقم سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) در کشت دوم. نشریه علوم زراعی ایران. ۲۴ (۳): ۲۵۰-۲۳۶.

به‌منظور ارزیابی اثر پیش‌خیساندن بذر بر عملکرد و کیفیت علوفه و بهره‌وری آب در کاشت تأخیری ارقام سورگوم علوفه‌ای، آزمایشی دوساله به‌صورت کرت‌های خرد شده فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال‌های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج اجرا شد. چهار تاریخ کاشت (دهم و بیستم تیر و اول و دهم مرداد) به‌عنوان کرت‌های اصلی و تیمار بذر (بدون پیش‌خیساندن؛ به‌عنوان شاهد و پیش‌خیساندن) و دو رقم سورگوم (پگاه و اسپیدفید) به‌صورت فاکتوریل به‌عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که تعداد روز از کاشت تا سبز شدن در ارقام سورگوم در اثر تیمار پیش‌خیساندن بذر در تاریخ‌های مختلف کاشت چهار تا شش روز کاهش یافت. تأخیر در کاشت باعث کاهش معنی‌دار تولید علوفه، عملکرد ماده خشک، عملکرد پروتئین و عملکرد ماده خشک قابل هضم شد، ولی میزان پروتئین خام و قابلیت هضم ماده خشک را بهبود بخشید. بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک (به‌ترتیب ۱۴۷/۷۹ و ۳۲/۸۲ تن در هکتار) و حداکثر ماده خشک قابل هضم و پروتئین (به‌ترتیب ۱۸۴۹۸ و ۲۹۰۴ کیلوگرم در هکتار)، در تیمار پیش‌خیساندن بذر در رقم اسپیدفید در تاریخ کاشت دهم تیر حاصل شد. بالاترین بهره‌وری آب برای تولید ماده خشک (۷/۲۲ کیلوگرم بر مترمکعب) در تیمار پیش‌خیساندن بذر در رقم اسپیدفید در تاریخ کاشت اول مرداد ثبت شد. هر چند پیش‌خیساندن بذر در مقایسه با تیمار بدون پیش‌خیساندن باعث کاهش ۰/۶۴ درصدی در قابلیت هضم ماده خشک شد، ولی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد ماده خشک قابل هضم و پروتئین علوفه شد. رقم پگاه از نظر محتوای پروتئین خام و قابلیت هضم ماده خشک و هیبرید اسپیدفید از نظر عملکرد علوفه و بهره‌وری آب برتری داشتند. بر اساس نتایج این آزمایش تیمار پیش‌خیساندن بذر از طریق افزایش عملکرد علوفه، باعث جبران تأخیر کاشت سورگوم علوفه‌ای تا حدود ۱۰ روز شد. نتایج این آزمایش نشان داد که برای سورگوم رقم اسپیدفید، روش پیش‌خیساندن بذر در تاریخ کاشت دهم تیر، نسبت به سایر تیمارها برتری داشت.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری آب، پروتئین خام، تاریخ کاشت، سورگوم، عملکرد ماده خشک، قابلیت هضم علوفه

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۲ این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی شماره ۹۶۰۲۵۱-۰۳-۰۳-۰۳-۲۴ مصوب مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر می‌باشد
۱- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران (مکاتبه‌کننده)
(f.golzardi@areeo.ac.ir)
۲، ۳، ۴ و ۵- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

مقدمه

در سال‌های اخیر مهم‌ترین چالش پیش روی کشاورزی، تأمین آب کافی برای تولید محصولات کشاورزی، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است (Farhadi et al., 2022). ایران یکی از کشورهای واقع در کمربند خشک زمین است که با مشکل کم‌آبی مواجه است (Baghdadi et al., 2021). تغییر شرایط اقلیمی 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). امروز در بسیاری از نقاط دنیا با استفاده از روش‌های به‌زارعی، سعی بر سازگاری گیاهان زراعی با شرایط تغییرات اقلیمی است تا ضمن به حداقل رساندن آب مصرفی، از کاهش تولید محصولات زراعی جلوگیری شود (Torabi et al., 2020). سورگوم یکی از گیاهان علوفه‌ای است که به دلیل تحمل به خشکی و عملکرد قابل قبول در شرایط کمبود آب، در بسیاری از مناطق خشک جهان برای تأمین علوفه سبز، خشک، سیلویی و حتی چرای مستقیم دام مورد توجه می‌باشد (Zerbini and Thomas, 2003; Farhadi et al., 2022). موضوع بسیار مهم در زراعت سورگوم، تأخیر در جوانه‌زنی بذر و عدم استقرار مناسب گیاهچه در اوایل رشد است (Sabahie et al., 2014). تاریخ کاشت بهینه سورگوم همانند سایر گیاهان زراعی، شامل دوره‌ای است که گیاه بالاترین احتمال استقرار بوته و تراکم مطلوب در شرایط بهینه خاک و آب و هوا را داشته باشد. تغییر تاریخ کاشت با اثر بر تکامل مراحل فنولوژیکی گیاه در انطباق با شرایط محیطی، رشد و عملکرد آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Mottaghi et al., 2022).

عدم موفقیت در جوانه‌زنی مطلوب بذر و پایین بودن سرعت رشد گیاهچه یکی از مهم‌ترین مشکلات تولید محصولات زراعی در برخی از زمین‌های زراعی ایران، به‌ویژه مناطق خشک و کم‌بازده محسوب می‌شود، که

این موضوع باعث افزایش هزینه‌های تولید و همچنین کاهش بهره‌وری از زمین‌های کشاورزی می‌شود (Hesabi et al., 2014). در ابتدای فصل رشد به علت تراکم پائین بوته‌ها و ضعیف بودن پوشش گیاهی، مقدار تبخیر روزانه از خاک در مقایسه با تعرق بسیار بیشتر است (Baghdadi et al., 2021)، در نتیجه مقدار زیادی از رطوبت خاک بدون اینکه توسط گیاه مورد استفاده قرار گیرد از دسترس خارج می‌شود (Farhadi et al., 2022). از معایب کشت مرسوم سورگوم (بدون پیش‌تیمار بذر) می‌توان به عملکرد پایین محصول به دلیل استقرار ضعیف بوته‌ها اشاره کرد (Jo et al., 2016). در روش کشت مرسوم، رشد بوته‌های سورگوم در ابتدا بسیار کند بوده و به همین دلیل خطر هجوم علف‌های هرز بسیار زیاد است (Sabahie et al., 2014). پس از برداشت گیاهان زراعی پاییزه مانند گندم، جو و کلزا، مدتی برای آماده‌سازی زمین و تهیه بستر بذر صرف شده و این موضوع باعث کوتاه شدن دوره رشد برای گیاه سورگوم در کشت دوم و کاهش عملکرد آن خواهد شد (Zandonadi et al., 2017)، بنابراین برای جلوگیری از کاهش عملکرد سورگوم در کشت دوم لازم است از راهکارهایی چون پیش‌خیساندن بذر استفاده کرد. این راهکارها می‌توانند باعث استقرار سریع‌تر گیاه و طولانی‌تر شدن دوره رشد، جبران تأخیر کاشت و همچنین صرفه‌جویی در مصرف آب شوند (Nazari et al., 2017). گزارش شده است که کاشت بذره‌ای پرآب شده و پیش‌خیسانده شده باعث کاهش قابل ملاحظه مدت‌زمان جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه شده و باعث تسریع در گسترش و بسته شدن پوشش گیاهی در مزرعه می‌شود (Hesabi et al., 2014; Khamadi et al., 2017). این موضوع در کنار توسعه ریشه گیاه، باعث افزایش سهم تعرق از تخلیه رطوبتی خاک می‌شود. با توجه به اینکه برخلاف تبخیر، تعرق رابطه نزدیکی با میزان

هدف این آزمایش ارزیابی اثر پیش‌خیساندن بذر بر عملکرد و کیفیت علوفه و بهره‌وری آب ارقام سورگوم علوفه‌ای در تاریخ‌های کاشت در کشت دوم بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه ۴۰۰ هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج با مختصات ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه غربی طی دو سال زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ اجرا شد. چهار تاریخ کاشت (دهم و بیستم تیر و اول و دهم مرداد) به‌عنوان عامل اصلی و تیمار بذر (بدون پیش‌خیساندن؛ به‌عنوان شاهد و پیش‌خیساندن) و دو رقم سورگوم (رقم آزاد کرده افشان پگاه و هیبرید اسپیدفید) به‌صورت فاکتوریل به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. با توجه به برداشت محصول کشت‌های پاییزه در شرایط آب و هوایی کرج در اواخر خرداد و مدت زمان لازم برای آماده‌سازی زمین در ابتدای تابستان، اولین تاریخ کاشت ممکن برای کشت دوم در این منطقه دهه اول تیرماه می‌باشد، بنابراین دهم تیر به‌عنوان تاریخ کاشت بهینه (شاهد) در نظر گرفته شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در جدول یک ارائه شده است.

فتوسنتز و تولید محصول دارد، این موضوع باعث افزایش بهره‌وری رطوبت خاک توسط گیاهان حاصل از بذر پراریم شده می‌شود (Nazari et al., 2017; Taheri et al., 2018). به‌طور کلی هدف از پیش‌خیساندن بذر افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه، یکنواختی مزرعه، تحمل به تنش‌های محیطی، جبران تأخیر کاشت و عملکرد بیشتر گیاه در طیف وسیعی از شرایط مناسب و نامناسب می‌باشد (Hesabi et al., 2014; Taheri et al., 2018; Sadeghi and Mahrokh, 2020). بذره‌های پراریم‌شده و پیش‌خیسانده شده پس از قرار گرفتن در بستر کاشت، زودتر جوانه‌زده و در زمان کوتاه‌تری ریشه‌های آنها گسترش یافته و با جذب بهتر آب و مواد غذایی و توسعه بخش‌های فتوسنتزکننده، به مرحله خودپروردگی (اتوتروفی) می‌رسند (Nazari et al., 2017). رضایی و رزمزانی (Ramezani and Rezaei, 2012) گزارش کردند که پراریم‌بذر سورگوم علوفه‌ای علاوه بر تسریع جوانه‌زنی، باعث استقرار بهتر و زودتر گیاهچه‌ها و توسعه بیشتر اندام هوایی و زیرزمینی می‌شود. آنها گزارش کردند که پراریم‌بذر باعث افزایش تحمل گیاه به شرایط نامطلوب رطوبتی و دمایی طی فصل رشد شده و می‌توان از این روش در شرایط نامساعد محیطی استفاده کرد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of the soil at the experiment site

بافت خاک Soil texture	هدایت الکتریکی EC (dS.m ⁻¹)	اسیدیته pH	مواد آلی Organic matter (%)	نیتروژن Nitrogen (%)	فسفر Phosphorus (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم Potassium (mg.kg ⁻¹)
لومی رسی Clay loam	2.2	7.2	0.5	0.07	12.2	254

کاشت ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار فسفر (از منبع کود فسفات آمونیوم) و ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (از منبع کود اوره) به خاک داده شد. در مرحله پنج برگی گیاه نیز ۵۰

هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف کاشت با فاصله ۶۰ سانتی‌متر و طول شش متر بود. بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) و نیاز غذایی سورگوم علوفه‌ای، پیش از

کیلو گرم در هکتار نیتروژن به زمین اضافه شد. به علت بالا بودن میزان پتاسیم قابل جذب در خاک، کود پتاسیم مصرف نشد. پس از چین برداری نیز ۵۰ کیلو گرم در هکتار کود نیتروژن (از منبع کود اوره) مصرف شد. جهت اعمال تیمار پیش خیساندن بذر، دو روز قبل از هر تاریخ کاشت، بذره‌های سورگوم به مدت ده ساعت در آب معمولی غوطه‌ور شدند به طوری که سطح آب دو سانتی متر بالای سطح بذرها قرار بگیرد (Chivasa et al., 2000). پس از آن، بذرها به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط و در سایه خشکانده شده و در تاریخ‌های کاشت مورد نظر کاشته شدند.

آبیاری با روش قطره‌ای نواری (با نوارهای ۱۶ میلی متری و با فاصله قطره چکان ۱۰ سانتی متر) انجام شده و مقدار آب آبیاری با استفاده از کنتور حجمی اندازه گیری شد. حجم آب مصرفی در هر نوبت آبیاری بر اساس تبخیر و تعرق گیاه سورگوم در مراحل مختلف رشد و بر اساس روش پنمن - مونتیث محاسبه شد. چین اول در مرحله ابتدایی ظهور گل آذین و چین دوم در انتهای دوره رشد (دهه دوم آبان) برداشت شدند. در زمان برداشت از دو ردیف وسط هر کرت با حذف نیم متر از ابتدا و انتهای ردیف‌ها نمونه برداری شده و عملکرد علوفه تر بلافاصله پس از برداشت اندازه گیری شد. از علوفه برداشت شده سه بوته به طور تصادفی انتخاب و پس از خشکاندن در آون در دمای ۵۶ درجه سانتی گراد (تا ثابت شدن وزن) عملکرد ماده خشک بر اساس درصد ماده خشک در هر نمونه، عملکرد ماده خشک در هر کرت و سپس در هکتار محاسبه شد. برای محاسبه عملکرد علوفه، مجموع عملکرد علوفه تر و عملکرد علوفه خشک در چین اول و چین دوم ثبت شدند.

جهت محاسبه بهره‌وری آب (بر اساس ماده خشک) از رابطه یک استفاده شد (Djaman and Irmak, 2012):

$$WP = \frac{DM\ Yield}{WU} \quad (\text{رابطه ۱})$$

WP: بهره‌وری آب (کیلو گرم بر مترمکعب)،

DM Yield: عملکرد ماده خشک (کیلو گرم در هکتار) و WU: مجموع آب آبیاری مصرف شده طی دوره رشد (مترمکعب در هکتار) هستند.

جهت ارزیابی کیفیت علوفه، شاخص‌های تغذیه‌ای شامل محتوی پروتئین خام (CP) و قابلیت هضم ماده خشک (DDM) با استفاده از دستگاه طیف سنج مادون قرمز نزدیک (NIR) با استفاده از روش ارائه شده توسط جعفری و همکاران (Jafari et al., 2003) در آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور اندازه گیری شدند.

بر اساس نتایج آزمون بارتلت و همگن بودن واریانس خطاهای آزمایشی در دو سال، داده‌ها به صورت مرکب تجزیه شدند. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش توکی در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تیمار پیش خیساندن بذر باعث تسریع در ظهور گیاهچه و کاهش دوره کاشت تا برداشت چین اول در ارقام سورگوم علوفه‌ای شد، به طوری که در تاریخ‌های مختلف کاشت، تعداد روز تا سبز شدن گیاهچه چهار تا شش روز و تعداد روز تا اولین برداشت پنج تا نه روز کاهش یافتند (جدول‌های ۲ و ۳). پیش خیساندن بذر باعث شد سبز شدن گیاهچه طی یک تا دو روز انجام شود، در حالی که در تیمار بدون پیش خیساندن بذر، تعداد روز از کاشت تا سبز شدن گیاهچه پنج تا هشت روز بود (جدول ۲). حسابی و همکاران (Hesabi et al., 2014) نیز گزارش کردند که پیش خیساندن بذر با افزایش سرعت جوانه‌زنی، باعث کاهش مدت زمان سبز شدن گیاهچه می‌شود. خمیدی و همکاران (Khamadi et al., 2017) نیز گزارش دادند که تیمار پیش خیساندن بذر گندم به مدت هشت ساعت، باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی شده و مدت

پیش‌خیساندن بذر با تسریع در برداشت چین اول علوفه باعث شد تا فرصت بیشتری برای تولید علوفه در چین دوم فراهم شود، به نحوی که در تیمار پیش‌خیساندن بذر، تعداد روز از برداشت چین اول تا چین دوم (انتهای دوره رشد) ۵ تا ۹ روز افزایش یافت (جدول ۴). استفاده بهینه از طول فصل رشد در کشت دوم می‌تواند باعث افزایش عملکرد و ارتقای کارایی مصرف نهاده‌ها شده و کاهش هزینه‌های تولید و افزایش سود خالص نظام زراعی شود (Jo et al., 2016).

زمان لازم برای سبز شدن را به‌طور معنی‌داری کاهش می‌دهد.

نتایج نشان داد که تعداد روز از کاشت تا اولین برداشت در رقم اسپیدفید بین ۶۸ تا ۷۴ روز بود که در اثر پیش‌خیساندن بذر در تاریخ‌های مختلف کاشت به ۶۱ تا ۶۸ روز رسید. در رقم پگاه نیز اولین برداشت بین ۸۰ تا ۸۶ روز پس از کاشت انجام شد، ولی پیش‌خیساندن بذر در تاریخ‌های مختلف کاشت این مدت را به ۷۳ تا ۸۰ روز کاهش داد (جدول ۳). تیمار

جدول ۲- تعداد روز از کاشت تا سبز شدن گیاهچه ارقام سورگوم در تیمارهای تاریخ کاشت و پیش‌خیساندن بذر

Table 2. Days from planting to seedling emergence of sorghum cultivars in planting date and seed

pre-soaking treatments		2017				۱۳۹۶				2018				۱۳۹۷			
تیمارهای آزمایشی	ارقام سورگوم	دوم تیر	بیستم تیر	اول مرداد	دوم مرداد	دوم تیر	بیستم تیر	اول مرداد	دوم مرداد	دوم تیر	بیستم تیر	اول مرداد	دوم مرداد	دوم تیر	بیستم تیر	اول مرداد	دوم مرداد
Treatments	Sorghum cultivars	July 1	July 11	July 23	August 1	July 1	July 11	July 23	August 1	July 1	July 11	July 23	August 1	July 1	July 11	July 23	August 1
بدون تیمار بذر	Speedfeed	6	6	6	5	7	7	6	6	7	7	6	6	7	7	6	6
No seed treatment	Peghah	8	6	6	6	7	7	6	6	7	7	6	6	7	7	6	6
پیش‌خیساندن بذر	Speedfeed	2	2	2	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1
Seed pre-soaking	Peghah	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

جدول ۳- تعداد روز از کاشت تا برداشت چین اول ارقام سورگوم در تیمارهای تاریخ کاشت و پیش‌خیساندن بذر

Table 3. Days from planting to the first cutting of sorghum cultivars in planting date and seed

pre-soaking treatments		2017				۱۳۹۶				2018				۱۳۹۷			
تیمارهای آزمایشی	ارقام سورگوم	دوم تیر	بیستم تیر	اول مرداد	دوم مرداد	دوم تیر	بیستم تیر	اول مرداد	دوم مرداد	دوم تیر	بیستم تیر	اول مرداد	دوم مرداد	دوم تیر	بیستم تیر	اول مرداد	دوم مرداد
Treatments	Sorghum cultivars	July 1	July 11	July 23	August 1	July 1	July 11	July 23	August 1	July 1	July 11	July 23	August 1	July 1	July 11	July 23	August 1
بدون تیمار بذر	Speedfeed	72	74	73	72	68	71	70	71	68	71	70	71	68	71	70	71
No seed treatment	Peghah	82	85	85	86	80	81	84	85	80	81	84	85	80	81	84	85
پیش‌خیساندن بذر	Speedfeed	65	68	68	67	61	64	63	63	61	64	63	63	61	64	63	63
Seed pre-soaking	Peghah	73	78	80	80	73	74	78	78	73	74	78	78	73	74	78	78

جدول ۴- تعداد روز از برداشت چین اول تا چین دوم (انتهای دوره رشد) ارقام سورگوم در تیمارهای تاریخ کاشت و پیش‌خیساندن بذر

Table 4. Days from the first to the second cutting (end of the growing period) of sorghum cultivars in

planting date and seed pre-soaking treatments		2017				۱۳۹۶				2018				۱۳۹۷			
تیمارهای آزمایشی	ارقام سورگوم	دوم تیر	بیستم تیر	اول مرداد	دوم مرداد	دوم تیر	بیستم تیر	اول مرداد	دوم مرداد	دوم تیر	بیستم تیر	اول مرداد	دوم مرداد	دوم تیر	بیستم تیر	اول مرداد	دوم مرداد
Treatments	Sorghum cultivars	July 1	July 11	July 23	August 1	July 1	July 11	July 23	August 1	July 1	July 11	July 23	August 1	July 1	July 11	July 23	August 1
بدون تیمار بذر	Speedfeed	59	47	36	28	61	48	37	27	61	48	37	27	61	48	37	27
No seed treatment	Peghah	49	36	24	14	49	38	23	13	49	38	23	13	49	38	23	13
پیش‌خیساندن بذر	Speedfeed	66	53	41	33	68	55	44	35	68	55	44	35	68	55	44	35
Seed pre-soaking	Peghah	58	43	29	20	56	45	29	20	56	45	29	20	56	45	29	20

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت و همچنین برهمکنش تاریخ کاشت و پیش تیمار بذریه و رقم در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش پیش خیساندن بذریه و رقم بر عملکرد علوفه تر و عملکرد ماده خشک در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بودند. بهره‌وری آب برای تولید علوفه تر و ماده خشک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر برهمکنش تاریخ کاشت و پیش خیساندن بذریه (در سطح احتمال پنج درصد) و تاریخ کاشت و پیش خیساندن بذریه و رقم (در سطح احتمال یک درصد) قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در بین تیمارهای تاریخ کاشت، بیشترین عملکرد علوفه تر (۱۲۲/۵۶ تن در هکتار) و حداکثر عملکرد ماده خشک (۲۷/۲۷ تن در هکتار) در تاریخ کاشت دهم تیر بدست آمد (جدول ۵). تأخیر در

کاشت از ۱۰ تیر به ۲۰ تیر، اول مرداد و ۱۰ مرداد به‌ترتیب باعث کاهش ۱۴/۴، ۳۲/۴ و ۴۶/۸ درصد در عملکرد علوفه تر و ۱۴/۹، ۳۲/۳ و ۴۵/۸ درصد در عملکرد ماده خشک علوفه گردید. تأخیر در کاشت از ۲۰ تیر به اول مرداد و ۱۰ مرداد به‌ترتیب باعث کاهش ۲۱/۰ و ۳۷/۸ درصد در عملکرد علوفه تر و ۲۰/۴ و ۳۶/۳ درصد در عملکرد ماده خشک شد. تأخیر در کاشت از اول مرداد تا ۱۰ مرداد نیز باعث کاهش ۲۱/۳ درصد در عملکرد علوفه تر و ۱۹/۹ درصد در عملکرد ماده خشک گردید (جدول ۵). دلیل برتر بودن تولید علوفه در تاریخ کاشت اول می‌تواند طول دوره رشد بیشتر در مقایسه با دو تاریخ کاشت دیگر باشد که این موضوع توسط خداهشناس (Khodashenas, 2021) نیز گزارش شده است.

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد علوفه و بهره‌وری آب ارقام سورگوم در تیمارهای تاریخ کاشت و پیش خیساندن بذریه
Table 5. Mean comparison of forage yield and water productivity of sorghum cultivars in planting date and seed

pre-soaking treatments			عملکرد علوفه تر Fresh forage yield (ton.ha ⁻¹)	عملکرد ماده خشک Dry mater yield (ton.ha ⁻¹)	بهره‌وری آب برای تولید ماده خشک Water productivity for dry mater (kg.m ⁻³)
Treatments	تیمارهای آزمایشی				
سال	2017	۱۳۹۶	82.78a	18.48a	5.28a
Year	2018	۱۳۹۷	104.88a	23.35a	6.31a
تاریخ کاشت Planting date	July 1	دهم تیر	122.56a	27.27a	5.68a
	July 11	بیستم تیر	104.84b	23.19b	5.82a
	July 23	اول مرداد	82.79c	18.44c	5.85a
	August 1	دهم مرداد	65.14d	14.77d	5.84a
تیمارهای بذریه Seed treatments	بدون تیمار بذریه		81.11a	18.11a	4.99a
	No seed treatment				
	پیش خیساندن بذریه		106.56a	23.72a	6.61a
ارقام سورگوم Sorghum cultivars	Seed pre-soaking				
	SPEEDFEED	اسپیدفید	100.81a	22.18a	6.12a
	Peghah	پگاه	86.86a	19.66a	5.47a

در هر ستون و برای هر تیمار میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند
Means in each column and for each treatment followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Tukey's test

با توجه به اینکه سورگوم گیاهی روز کوتاه و به کاهش دما حساس است، تأخیر در کاشت باعث می‌شود از تعداد روزهایی که کیفیت نور برای رشد مناسب است، کاسته شده و گلدهی در زمانی آغاز

شود که گیاه در رشد سبزی‌نگی کمتری قرار دارد (Safari et al., 2011). رفیعی (Rafiee, 2018) گزارش نمود تأخیر در کاشت باعث کاهش عملکرد علوفه تر و خشک سورگوم در هر دو رقم اسپیدفید و پگاه شد، هر

چند رقم پگاه از رشد و خصوصیات زراعی مطلوب‌تر و در نتیجه عملکرد بالاتری نسبت به رقم اسپیدفید برخوردار بود. البته نتایج آزمایش نامبرده مبنی بر برتری عملکرد رقم پگاه با نتایج آزمایش حاضر که حاکی از برتری عملکرد هیبرید اسپیدفید در تمامی تاریخ‌های کاشت مورد بررسی است، تطابق ندارد. با توجه به اینکه رقم اسپیدفید یک هیبرید است، سرعت رشد بیشتری نسبت به ارقام آزاد‌گرده‌افشان مانند پگاه دارد. بزرگمهر و نصرآبادی (Bozorgmehr and Nasrabadi, 2013) و صفری و همکاران (Safari *et al.*, 2011) نیز گزارش کردند که تأخیر در کاشت ذرت و سورگوم با کاهش شاخص سطح برگ (تعداد و اندازه برگ‌ها)، باعث کاهش میزان فتوسنتز و به دنبال آن، کاهش عملکرد علوفه می‌شود. آن‌ها کوتاه شدن طول دوره رشد رویشی و تسریع در گلدهی گیاه را به عنوان یکی دیگر از دلایل کاهش عملکرد در تاریخ‌های کشت دیر هنگام عنوان کردند.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در برهمکنش تیمارهای تاریخ کاشت و پیش‌خیساندن بذر و رقم، بیشترین عملکرد علوفه تر (۱۴۷/۷۹ تن در هکتار) و حداکثر عملکرد ماده خشک (۳۲/۸۲ تن در هکتار) در تیمار پیش‌خیساندن بذر در رقم اسپیدفید در تاریخ کاشت ۱۰ تیر حاصل شد. کمترین عملکرد علوفه تر (۵۱/۶۸ تن در هکتار) و حداقل عملکرد ماده خشک (۱۱/۵۸ تن در هکتار) در تیمار بدون پیش‌خیساندن بذر در رقم پگاه در تاریخ کاشت ۱۰ مردادماه بدست آمد (جدول ۶). در تاریخ کاشت ۲۰ تیر نیز بیشترین عملکرد علوفه تر و ماده خشک (به ترتیب ۱۳۱/۳۶ و ۲۸/۸ تن در هکتار) در تیمار پیش‌خیساندن بذر در رقم اسپیدفید و کمترین مقدار آنها (به ترتیب ۸۳/۷ و ۱۹/۴ تن در هکتار) در تیمار بدون پیش‌خیساندن بذر در رقم پگاه حاصل شد (جدول ۶). حداکثر عملکرد علوفه تر و ماده خشک در تاریخ کاشت اول مرداد نیز در تیمار کشت پیش‌خیساندن بذر در رقم اسپیدفید به دست آمد

و در تاریخ کاشت ۱۰ مرداد بین تیمارهای پیش‌خیساندن هیبرید اسپیدفید و پیش‌خیساندن رقم پگاه، تفاوت معنی‌داری وجود نداشته و هر دو رقم بیشترین عملکرد علوفه و ماده خشک را در آخرین تاریخ کاشت داشتند (جدول ۶). یکی از دلایل مهم افزایش عملکرد علوفه در تیمار پیش‌خیساندن بذر می‌تواند سبزشدن سریع‌تر گیاهچه ارقام سورگوم (جدول ۲)، کاهش زمان کاشت تا برداشت چین اول (جدول ۳) و به دنبال آن افزایش طول دوره رشد برای چین دوم باشد (جدول ۴). نوربخشیان (Noorbakhshian, 2016) در ارزیابی چهار ژنوتیپ سورگوم علوفه‌ای (اسپیدفید، پگاه، KFS1 و KFS2) نیز نتایج مشابهی را گزارش کرد. خمدی و همکاران (Khamadi *et al.*, 2017) گزارش دادند که هیدروپرایمینگ بذر باعث بهبود سبز شدن گیاهچه‌ها و کاهش معنی‌دار زمان کاشت تا سبز شدن گیاهچه نسبت به تیمار شاهد در ارقام گندم شد. کشت بذور پیش‌خیسانده شده در تاریخ‌های کاشت زودهنگام، بهینه و دیر هنگام باعث افزایش عملکرد زیستی ارقام گندم شد.

نتایج نشان داد که بیشترین بهره‌وری آب برای تولید علوفه خشک (۷/۲۲ کیلوگرم بر مترمکعب) در تیمار پیش‌خیساندن بذر در رقم اسپیدفید در تاریخ کاشت اول مرداد حاصل شد. حداقل مقدار بهره‌وری آب در تیمار بدون پیش‌خیساندن بذر در رقم پگاه در تاریخ‌های کاشت اول و ۱۰ مرداد بدست آمد (جدول ۶). بیشترین بهره‌وری آب برای تولید ماده خشک در کلیه تاریخ‌های کاشت در تیمار پیش‌خیساندن بذر هیبرید اسپیدفید حاصل شد، در حالی که تیمار پیش‌خیساندن بذر در رقم پگاه تنها در تاریخ کاشت دهم مرداد بهره‌وری آب بالایی داشت (جدول ۶). طاهری و همکاران (Taheri *et al.*, 2018) نیز گزارش دادند که پرایمینگ بذر می‌تواند باعث افزایش تحمل به خشکی گیاه شده و باعث استفاده بهینه

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد علوفه و بهره‌وری آب ارقام سورگوم در برهمکنش تیمارهای تاریخ کاشت و پیش‌خیساندن بذر و رقم

Table 6. Mean comparison of forage yield and water productivity of sorghum cultivars in interaction effect of planting date × seed pre-soaking × cultivar treatments

تاریخ کاشت Planting date	تیمارهای بذر Seed treatments	ارقام سورگوم Sorghum cultivars	عملکرد علوفه تر Fresh forage yield (ton.ha ⁻¹)	عملکرد ماده خشک Dry mater yield (ton.ha ⁻¹)	بهره‌وری آب برای تولید ماده خشک Water productivity for dry mater (kg.m ⁻³)
دوم تیر July 1	بدون تیمار بذر	اسپیدفید Speedfeed	113.98c	24.96c	5.19de
	No seed treatment	پگاه Peghah	104.16d	23.41cd	4.88ef
	پیش‌خیساندن بذر	اسپیدفید Speedfeed	147.79a	32.82a	6.83ab
	Seed pre-soaking	پگاه Peghah	124.32b	27.91b	5.82c
بیستم تیر July 11	بدون تیمار بذر	اسپیدفید Speedfeed	101.86d	21.65de	5.43cd
	No seed treatment	پگاه Peghah	83.70ef	19.40fg	4.87ef
	پیش‌خیساندن بذر	اسپیدفید Speedfeed	131.36b	28.80b	7.22a
	Seed pre-soaking	پگاه Peghah	102.43d	22.91cd	5.75c
اول مرداد July 23	بدون تیمار بذر	اسپیدفید Speedfeed	71.33gh	16.11hi	5.12de
	No seed treatment	پگاه Peghah	65.03hi	14.86ij	4.72ef
	پیش‌خیساندن بذر	اسپیدفید Speedfeed	107.30cd	22.76d	7.22a
	Seed pre-soaking	پگاه Peghah	87.51e	20.01ef	6.35b
دوم مرداد August 1	بدون تیمار بذر	اسپیدفید Speedfeed	57.12ij	12.93jk	5.11de
	No seed treatment	پگاه Peghah	51.68j	11.58k	4.58f
	پیش‌خیساندن بذر	اسپیدفید Speedfeed	75.73fg	17.39gh	6.87a
	Seed pre-soaking	پگاه Peghah	76.01fg	17.16h	6.78ab

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Tukey's test

از آب در شرایط تنش شود. نظری و همکاران (Nazari et al., 2017) گزارش کردند که تیمار پرایمینگ بذر کلزا باعث افزایش رشد ریشه‌ها شده و از این طریق بهره‌وری آب افزایش می‌یابد.

نتایج تجزیه واریانس خصوصیات کیفی علوفه سورگوم نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر میزان پروتئین خام، عملکرد پروتئین در واحد سطح و عملکرد ماده خشک قابل هضم در سطح احتمال یک درصد و بر قابلیت هضم ماده خشک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اثر پیش‌خیساندن بذر بر قابلیت هضم ماده خشک و عملکرد پروتئین در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اثر رقم بر قابلیت هضم ماده خشک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. برهمکنش پیش‌خیساندن بذر و رقم بر عملکرد پروتئین و برهمکنش تاریخ کاشت و پیش‌خیساندن بذر و رقم بر میزان پروتئین خام، عملکرد پروتئین و عملکرد ماده خشک قابل هضم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود.

نتایج نشان داد که قابلیت هضم ماده خشک در سال اول آزمایش به‌طور معنی‌داری بیشتر از سال دوم بود، در حالی که عملکرد ماده خشک قابل هضم در سال دوم بیشتر از سال اول بود (جدول ۷). دلیل افزایش عملکرد سورگوم در سال دوم را می‌توان به بالاتر بودن دمای هوا و بیشتر بودن مجموع تابش دریافتی در تابستان سال ۱۳۹۷ نسبت داد که باعث مناسب‌تر شدن شرایط برای فعالیت سیستم فتوسنتزی چهارکربنه گیاه سورگوم شد. بیشترین میزان فتوسنتز گیاهان چهارکربنه در دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد (در محدوده ۳۷-۳۲ درجه سانتی‌گراد) ثبت شده است (Yamori et al., 2014)، بنابراین به نظر می‌رسد که میزان فتوسنتز گیاه در سال دوم آزمایش تحت تأثیر افزایش دمای هوا و میزان تابش بهبود یافته است. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان پروتئین

خام (۱۰/۵ درصد) و حداکثر قابلیت هضم ماده خشک (۶۰/۵ درصد) در تاریخ کاشت دهم مرداد و کمترین میزان آن‌ها (به ترتیب ۹/۲ و ۵۸/۶ درصد) در تاریخ کاشت دهم تیر بدست آمد. بیشترین عملکرد پروتئین خام (۲۵۰۵ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد ماده خشک قابل هضم (۱۵۹۲۶ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت دهم تیر حاصل شد و با تأخیر در کاشت، از میزان آن‌ها کاسته شد، به‌طوری که کمترین میزان این شاخص‌ها (به ترتیب ۱۵۴۰ و ۸۹۳۸ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تاریخ کاشت دهم مرداد بود (جدول ۷). لیونس و همکاران (Lyons et al., 2019) گزارش دادند که با کاهش طول دوره رشد، میزان پروتئین خام علوفه سورگوم افزایش یافت، بنابراین با تأخیر در کاشت، میزان پروتئین خام در سورگوم علوفه‌ای افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است که واکنش کیفیت علوفه به تاریخ کاشت تا حد زیادی بستگی به شرایط محیطی و پتانسیل ژنتیکی گیاه دارد. نوربخشیان (Noorbakhshian, 2016) گزارش کرد که محتوای پروتئین علوفه سورگوم در تاریخ‌های کاشت پنجم خرداد، بیستم خرداد و چهارم تیر تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. مشاور و همکاران (Moshaver et al., 2016) نیز طی آزمایش در استان فارس گزارش دادند که تأخیر در کاشت باعث کاهش کیفیت علوفه سورگوم شد. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که قابلیت هضم ماده خشک در تیمار بدون پیش‌خیساندن بذر به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار پیش‌خیساندن بذر بود و در مقابل تیمار پیش‌خیساندن بذر، عملکرد پروتئین خام بالاتری داشت. قابلیت هضم ماده خشک در رقم پگاه به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم اسپیدفید بود (جدول ۷).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان پروتئین خام (۱۱/۲ درصد) در تیمار بدون پیش‌خیساندن بذر در رقم پگاه در تاریخ کاشت دهم

جدول ۷- مقایسه میانگین شاخص‌های کیفی علوفه ارقام سورگوم در تیمارهای تاریخ کاشت و پیش‌خیساندن بذر

Table 7. Mean comparison of forage quality of sorghum cultivars in planting date and seed

pre-soaking treatments						
Treatments	تیمارهای آزمایشی	پروتئین خام CP (%)	ماده خشک قابل هضم DDM (%)	عملکرد پروتئین خام CP yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد ماده خشک قابل هضم DDM yield (kg.ha ⁻¹)	
سال	2017	۱۳۹۶	9.9a	59.7a	1807a	10987a
Year	2018	۱۳۹۷	9.7a	59.3b	2249a	13784a
تاریخ کاشت Planting date	July 1	دهم تیر	9.2b	58.6b	2505a	15926a
	July 11	بیستم تیر	9.5b	59.2ab	2203b	13691b
	July 23	اول مرداد	10.1a	59.7ab	1864c	10987c
	August 1	دهم مرداد	10.5a	60.5a	1540d	8938d
تیمارهای بذر Seed treatments	بدون تیمار بذر	No seed treatment	9.8a	59.8a	1753b	10801a
	پیش‌خیساندن بذر	Seed pre-soaking	9.8a	59.2b	2303a	13970a
ارقام سورگوم Sorghum cultivars	Speedfeed	اسپیدفید	9.5a	58.13b	2097a	12826a
	Peghah	پگاه	10.1a	60.95a	1960a	11945a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند
Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Tukey's test

پگاه از نظر کیفیت علوفه و رقم اسپیدفید از نظر کمیت علوفه برتری داشتند. جهانزاد و همکاران (Jahanzad *et al.*, 2013) نیز گزارش کردند که سورگوم رقم پگاه نسبت به رقم اسپیدفید محتوای پروتئین و قابلیت هضم بالاتری دارد که این موضوع با محتوای بالاتر الیاف در رقم اسپیدفید مرتبط می‌باشد. همبستگی منفی بین محتوای پروتئین و قابلیت هضم علوفه با مقدار الیاف آن قبلاً نیز گزارش شده است (Bakhtiyari *et al.*, 2020). با توجه به اینکه بین سرعت رشد و میزان ترکیبات ساختاری دیواره سلولی همبستگی مثبت وجود دارد، بنابراین پیش‌خیساندن بذر با افزایش سرعت رشد گیاه، باعث افزایش محتوای الیاف علوفه و به دنبال آن کاهش جزئی قابلیت هضم و محتوای پروتئین آن می‌شود (Biswas, 2020). بر این اساس پیش‌خیساندن بذر باعث افزایش تولید ماده خشک در واحد سطح نیز شده و بنابراین عملکرد پروتئین و عملکرد ماده خشک قابل هضم در تیمارهای پیش‌خیساندن بذر افزایش می‌یابند.

مرداد حاصل شد که با تیمار پیش‌خیساندن بذر رقم پگاه در همان تاریخ کاشت (۱۱/۰ درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین میزان پروتئین خام (۸/۹ درصد) نیز در تیمار پیش‌خیساندن بذر در رقم اسپیدفید در تاریخ کاشت دهم تیر حاصل شد. نتایج نشان داد که با تأخیر در کاشت، عملکرد ماده خشک قابل هضم و عملکرد پروتئین به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند، ولی در تیمار پیش‌خیساندن بذر، در اثر افزایش میزان ماده خشک قابل هضم و پروتئین در هر تاریخ کاشت، تأخیر در کاشت حداقل به مدت ده روز جبران شد (جدول ۸). بیشترین عملکرد ماده خشک قابل هضم (۱۸۴۹۸ کیلوگرم در هکتار) و حداکثر عملکرد پروتئین (۲۹۰۴ کیلوگرم در هکتار) در تیمار پیش‌خیساندن بذر در رقم اسپیدفید در تاریخ کاشت دهم تیر حاصل شد. کمترین مقادیر این شاخص‌ها در تیمار بدون پیش‌خیساندن بذر در ارقام پگاه و اسپیدفید در تاریخ کاشت دهم مرداد ثبت شد (جدول ۸).
نتایج این آزمایش نشان داد که سورگوم رقم

جدول ۸- مقایسه میانگین شاخص‌های کیفی علوفه ارقام سورگوم در برهمکنش تیمارهای تاریخ کاشت و پیش‌خیساندن بذر و رقم

Table 8. Mean comparison of forage quality of sorghum cultivars in interaction effect of planting

date × seed pre-soaking × cultivar treatments						
تاریخ کاشت Planting date	تیمارهای بذر Seed treatments	ارقام سورگوم Sorghum cultivars	پروتئین خام CP (%)	ماده خشک قابل هضم DDM (%)	عملکرد پروتئین خام CP yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد ماده خشک قابل هضم DDM yield (kg.ha ⁻¹)
دوم تیر July 1	بدون تیمار بذر	اسپیدفید Speedfeed	9.2c	57.5a	2302b-d	14352c
	No seed treatment	پگاه Peghah	9.3c	60.7a	2189c-e	14206cd
	پیش‌خیساندن بذر	اسپیدفید Speedfeed	8.9c	56.4a	2904a	18498a
	Seed pre-soaking	پگاه Peghah	9.4bc	59.7a	2624ab	16647b
بیستم تیر July 11	بدون تیمار بذر	اسپیدفید Speedfeed	9.8a-c	58.4a	2108c-e	12635de
	No seed treatment	پگاه Peghah	9.1c	60.9a	1771e-g	11811e-g
	پیش‌خیساندن بذر	اسپیدفید Speedfeed	9.1c	57.0a	2632ab	16421b
	Seed pre-soaking	پگاه Peghah	9.9a-c	60.6a	2302b-d	13897cd
اول مرداد July 23	بدون تیمار بذر	اسپیدفید Speedfeed	9.4bc	58.9a	1528gh	9487h
	No seed treatment	پگاه Peghah	10.3a-c	61.4a	1527gh	9135hi
	پیش‌خیساندن بذر	اسپیدفید Speedfeed	10.3a-c	57.9a	2333bc	13188c-e
	Seed pre-soaking	پگاه Peghah	10.3a-c	60.8a	2068c-f	12138ef
دوم مرداد August 1	بدون تیمار بذر	اسپیدفید Speedfeed	10.0a-c	59.1a	1296h	7639ij
	No seed treatment	پگاه Peghah	11.2a	61.6a	1301h	7144j
	پیش‌خیساندن بذر	اسپیدفید Speedfeed	9.6a-c	59.6a	1669f-h	10385gh
	Seed pre-soaking	پگاه Peghah	11.0ab	61.6a	1895d-g	10586f-h

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند
Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Tukey's test

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که عملکرد علوفه تر، عملکرد ماده خشک، عملکرد پروتئین و عملکرد ماده خشک قابل هضم در اثر تأخیر در کاشت، به‌طور معنی‌داری کاهش یافتند، در مقابل تأخیر در کاشت از طریق افزایش محتوای پروتئین خام و قابلیت هضم ماده خشک، باعث بهبود کیفیت علوفه شد. تیمار پیش‌خیساندن بذر در مقایسه با تیمار بدون پیش‌خیساندن، باعث کاهش ۰/۶۴ درصدی قابلیت هضم ماده خشک سورگوم شد، ولی اثر معنی‌داری بر محتوای پروتئین خام نداشت. عملکرد ماده خشک قابل هضم و عملکرد پروتئین در تیمار پیش‌خیساندن بذر به‌ترتیب ۲۹ و ۳۱ درصد افزایش یافتند. از نظر کیفیت علوفه (محتوای پروتئین خام و قابلیت هضم ماده خشک) در رقم پگاه نسبت به هیبرید اسپیدفید برتری معنی‌داری داشت، درحالی‌که هیبرید اسپیدفید از نظر عملکرد علوفه و

بهره‌وری آب در سطح بالاتری نسبت به رقم پگاه قرار داشت. حداکثر عملکرد علوفه تر، عملکرد ماده خشک، عملکرد پروتئین و عملکرد ماده خشک قابل هضم در تاریخ کشت دهم تیر و تیمار پیش‌خیساندن بذر در هیبرید اسپیدفید حاصل شد. بیشترین بهره‌وری آب برای تولید ماده خشک نیز در پیش‌خیساندن بذر رقم اسپیدفید در تاریخ کاشت اول مرداد ثبت شد. بر اساس نتایج این آزمایش تیمار پیش‌خیساندن بذر از طریق افزایش عملکرد علوفه، باعث جبران تأخیر کاشت سورگوم علوفه‌ای تا حدود ۱۰ روز شد. نتایج این آزمایش نشان داد که برای سورگوم رقم اسپیدفید، روش پیش‌خیساندن بذر در تاریخ کاشت دهم تیر، نسبت به سایر تیمارها برتری داشت.

سپاسگزاری

این پروژه تحقیقاتی با کد مصوب

آموزش و ترویج کشاورزی اجرا شده است که
بدین وسیله از حمایت‌های مالی و فنی ایشان
تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات،
سپاسگزاری می‌شود.

References

منابع مورد استفاده

- Baghdadi, A., F. Paknejad, F. Golzardi, M. Hashemi and M. N. Ilkaee. 2021. Suitability and benefits from intercropped sorghum-amaranth under partial root-zone irrigation. J. Sci. Food Agric. 101(14): 5918-5926.
- Bakhtiyari, F., M. Zamanian and F. Golzardi. 2020. Effect of mixed intercropping of clover on forage yield and quality. South-West. J. Hortic. Biol. Environ. 11(1): 49-66.
- Biswas, S. 2020. Prospects and constraints of transplanted maize, wheat, sorghum and pearl millet: a review. Int. J. Environ. Clima. Change. 10: 24-43.
- Bozorgmehr, J. and H. Nasrabadi. 2013. Effect of planting dates and cultivars on corn forage yield and quality. Agron. J. 104: 160-164. (In Persian with English abstract).
- Chivasa, W., D. Harris, C. Chiduza, A. B. Mashingaidze and P. Nyamudeza. 2000. Determination of optimum on-farm seed priming time for maize (*Zea mays* L) and sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) for use to improve stand establishment in semi-arid agriculture. Tanzania J. Agric. Sci. 3(2): 103-112.
- Djaman, K. and S. Irmak. 2012. Soil water extraction patterns, crop, irrigation, and evapotranspiration water use efficiency under full and limited irrigation and rainfed conditions. Trans. ASABE. 55: 1223-1238.
- Farhadi, A., F. Paknejad, F. Golzardi, M. N. Ilkaee and F. Aghayari. 2022. Effects of limited irrigation and nitrogen rate on the herbage yield, water productivity, and nutritive value of sorghum silage. Commun. Soil Sci. Plant. 53(5): 576-589.
- Hesabi, S., S. Vazan and F. Golzardi. 2014. Investigation the effect of osmopriming and hydropriming on germination behavior of alfalfa (*Medicago sativa*) and maize (*Zea mays*). Int. J. Biosci. 5 (6): 182-188.
- Jafari, A., V. Connolly, A. Frolich and E. I. Walsh. 2003. A note on estimation of quality parameters in perennial ryegrass by near infrared reflectance spectroscopy. Irish J. Agric. Food Res. 42: 293-299.
- Jahanzad, E., M. Jorat, H. Moghadam, A. Sadeghpour, M. R. Chaichi and M. Dashtaki. 2013. Response of a new and a commonly grown forage sorghum cultivar to limited irrigation and planting density. Agric. Water Manage. 117: 62-69.
- Jo, S. M., K. Y. Jung, H. W. Kang, Y. D. Choi, J. S. Lee and S. H. Jeon. 2016. Effect of seedling age on growth and yield at transplanting of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). Kor. J. Crop Sci. 61(1): 50-56.
- Khamadi, N., M. Nabipour, H. Roshanfekar and A. Rahnama. 2017. Effect of seed priming on seedling growth and grain yield of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in sowing date treatments. Iran. J. Crop Sci. 19(2): 116-131. (In Persian with English abstract).
- Khodashenas, A. 2021. Effect of planting time on grain yield and yield components of rainfed barley (*Hordeum*

- vulgare* L.) genotypes under climatic conditions of Mashhad, Iran. Iran. J. Crop Sci. 23(1): 49-66. (In Persian with English abstract).
- Lyons, S. E., Q. M. Ketterings, G. Godwin, D. J. Cherney, J. H. Cherney, M. E. Van Amburgh, J. J. Meisinger and T. F. Kilcer. 2019.** Best timing of harvest for brown midrib forage sorghum yield, nutritive value and ration performance. Cornell Field Crops Newsletter. 29: 1-3.
- Moshaver, E., Y. Emam, H. Madani, G. Nourmohamadi and H. Heidari Sharifabad. 2016.** Comparison of yield and some forage qualitative characteristics of corn, sorghum and amaranth in response to density and sowing date in Fars province. J. Crop. Ecophysiol. 10(37(1): 103-120. (In Persian with English abstract).
- Mottaghi M., A. Mahrokh and S. M. Seyedan. 2022.** Effect of planting date and planting pattern on yield and quality of forage maize (*Zea mays* L.) in transplanting method. Iran. J. Crop Sci. 23(4): 341-356. (In Persian with English abstract).
- Nazari, S., M. A. Aboutalebian and F. Golzardi. 2017.** Seed priming improves seedling emergence time, root characteristics and yield of canola in the conditions of late sowing. Agron. Res. 15(2): 501-514.
- Noorbakhshian, S. 2016.** Yield and some traits of forage sorghum genotypes in different planting dates in Shahrekord region. Seed Plant Prod. 32(2):141-156. (In Persian with English abstract).
- Rafiee, M. 2018.** Effect of sowing time on growth and yield of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cultivars in second cropping in temperate region of Lorestan province. Iran. J. Crop Sci. 3:180-192. (In Persian with English abstract).
- Ramezani, M., R. Rezaei Sokht-Abandani. 2012.** The effect of priming and its period on germination and seedling growth of forage sorghum (Speedfeed). New Finding Agric. 6(2): 127-137. (In Persian with English abstract).
- Sabahie, S., S. Vazan, M. Oveisi and F. Golzardi. 2014.** Evaluation of allelopathic effects of aqueous extract of sorghum crops (*Sorghum bicolor* L.) on germination red root pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). Bull. Env. Pharmacol. Life Sci. 3: 129- 132.
- Sadeghi F. and A. Mahrokh. 2020.** Effect of transplanting and seed hydropriming on grain yield of maize (*Zea mays* L.) as second crop in temperate region of Kermanshah, Iran. Iran. J. Crop Sci. 22(1): 50-65. (In Persian with English abstract).
- Safari, M., M. Aghaalikhani and S. A. M. Modares Sanavy. 2011.** Effect of sowing date on phenology and morphological traits of three grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cultivars. Iran. J. Crop Sci. 12(4) 452-466. (In Persian with English abstract).
- Taheri, Sh., A. Gholami, H. Abbasdokht and H. Makarian. 2018.** Effect of seed priming on photosynthetic pigments, seed yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars under drought stress conditions. Iran. J. Crop Sci. 20(1): 30-44. (In Persian with English abstract).
- Torabi, M., H. R. Salemi and M. Heidari Soltanabadi. 2020.** Increasing water and energy productivity via

replacing abiotic stress tolerant forages in East of Zayandeh Roud river vasin. Stand. Climate Change. 361-374.

Yamori, W., K. Hikosaka and D. A. Way. 2014. Temperature response of photosynthesis in C₃, C₄ and CAM plants: temperature acclimation and temperature adaptation. Photosynthesis Res. 119: 101-117.

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

Zerbini, E. and D. Thomas. 2003. Opportunities for improvement of nutritive value in sorghum and pearl millet residues in South Asia through genetic enhancement. Field Crops Res. 84(1-2): 3-15.

Effect of seed pre-soaking on compensation of late planting of two forage sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivars in second cropping

Golzardi, F.¹, A. Khazaei², A. Mahrokh³, V. Rahjoo⁴ and H. Asadi⁵

ABSTRACT

Golzardi, F., A. Khazaei, A. Mahrokh, V. Rahjoo and H. Asadi. 2022. Effect of seed pre-soaking on compensation of late planting of two forage sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivars in second cropping. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 24(3): 236-250. (In Persian).

To evaluate the effect of seed pre-soaking on forage yield and quality and water productivity in late planting of two forage sorghum cultivars, a field experiment was conducted as split factorial arrangements in randomized complete block design with three replications in 2017 and 2018 growing seasons at the research field of Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran. Four planting dates; July 1st, July 10th, July 23rd, and August 1st were assigned to the main plots, and factorial arrangement of seed treatments (without pre-soaking as control and seed pre-soaking) and sorghum cultivars (Peghah and Speedfeed) were randomized in sub-plots. The results showed that days from planting to the emergence of sorghum cultivars were reduced by four to six days, at different sowing dates, as affected by seed pre-soaking treatment. Late planting significantly reduced forage production, dry matter yield, protein yield, and digestible dry matter yield but improved crude protein content and dry matter digestibility. The highest fresh and dry forage yields (147.79 and 32.82 ton ha⁻¹, respectively) and the maximum digestible dry matter and protein yield (18498 and 2904 kg.ha⁻¹, respectively) were obtained in seed pre-soaking treatment of cv. Speedfeed in July 1st planting date. The highest water productivity for dry matter production (7.22 kg.m⁻³) was recorded in seed pre-soaking treatment of cv. Speedfeed in July 23rd planting date. Although seed pre-soaking reduced the digestibility of dry matter by 0.64% compared to without pre-soaking treatment, but significantly increased digestible dry matter yield and protein content. Peghah cultivar was superior for crude protein content and dry matter digestibility, and cv. Speedfeed for forage yield and water productivity. Based on the results of this experiment, seed pre-soaking treatment could compensate for the delay planting of two forage sorghum cultivars by increasing forage yield. The results of this experiment also showed that seed pre-soaking and July 1st planting date were more effective on the performance of cv. Speedfeed.

Key words: Crude protein, Dry matter yield, Forage digestibility, Planting date, Sorghum and Water productivity

Received: May, 2022 Accepted: August, 2022

1. Assistant Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran (Corresponding author) (Email: f.golzardi@areeo.ac.ir)

2, 3, 4 and 5. Assistant Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran