"نشریه علوم زراعی ایران"
جلد بیست و چهارم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۱

مقاله پژوهشی

DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.3.3.8

اثر پیش‌خیساندن بذر بر جبران دیرکاشت 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 دیرکاشت 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 محتوی 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- ۰۲۳- 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)
(پست الکترونیک: 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

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.3.3.8]

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 قابل‌قبول 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)، درنتیجه مقدار زیادی از رطوبت خاک بدون اینکه توسط گیاه مورداستفاده قرار گیرد از دسترس خارج می‌شود (Farhadi *et al.*, 2022). از معایب کشت مرسوم سورگوم (بدون پیش‌تیمار بذر) می‌توان به عملکرد پایین محصول به‌دلیل استقرار ضعیف بوته‌ها اشاره کرد (Jo *et al.*, 2016). در روش کشت مرسوم، رشد بوته‌های سورگوم در ابتدا بسیار کند بوده و به‌همین 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 پرایم 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

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.3.3.8]

فتوسنتز و تولید محصول دارد، این موضوع باعث افزایش بهره‌وری رطوبت خاک توسط گیاهان حاصل از بذور پرایم 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). بذرهای پرایم‌شده 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). رمضانی و رضایی (Ramezani and Rezaei, 2012) گزارش کردند که پرایمینگ بذر سورگوم علوفه‌ای علاوه بر تسریع جوانه‌زنی، باعث استقرار بهتر و زودتر گیاهچه‌ها و توسعه بیشتر اندام هوایی و زیرزمینی می‌شود. آن‌ها گزارش کردند که پرایمینگ بذر 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.

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 گرده‌افشان پگاه و هیبرید اسپیدفید) به‌صورت فاکتوریل به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. با توجه به برداشت محصول کشت‌های پائیزه 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.

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

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 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

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.3.3.8]

کیلوگرم در هکتار نیتروژن به زمین اضافه شد. به علت بالا بودن میزان پتاسیم قابل‌جذب در خاک، کود پتاسیم مصرف نشد. پس از چین‌برداری نیز ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (از منبع کود اوره) مصرف شد. جهت اعمال تیمار پیش‌خیساندن بذر، دو روز قبل از هر تاریخ کاشت، بذرهای سورگوم به مدت ده ساعت در آب معمولی غوطه‌ور شدند به‌طوری‌که سطح آب دو سانتی‌متر 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 میلی‌متری و با فاصله قطره‌چکان ۱۰ سانتی‌متر) انجام شده و مقدار آب آبیاری با استفاده از کنتور حجمی اندازه‌گیری 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 گل‌آذین 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 نمونه‌برداری شده و عملکرد علوفه تر بلافاصله پس از برداشت اندازه‌گیری شد. از علوفه برداشت‌شده سه بوته به‌طور تصادفی انتخاب و پس از خشکاندن در آون در دمای ۵۶ درجه سانتی‌گراد (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):

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

WP: بهره‌وری آب (کیلوگرم بر مترمکعب)، DM Yield: عملکرد ماده خشک (کیلوگرم 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 طیف‌سنج مادون‌قرمز نزدیک (NIR) با استفاده از روش ارائه شده توسط جعفری و همکاران (Jafari *et al*., 2003) در آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور اندازه‌گیری شدند.

بر اساس نتایج آزمون بارتلت و همگن بودن واریانس خطاهای آزمایشی در دو سال، داده‌ها به‌صورت مرکب تجزیه شدند. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار 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 پیش‌خیساندن بذر باعث تسریع در ظهور گیاهچه و کاهش دوره کاشت تا برداشت چین اول در ارقام سورگوم علوفه‌ای شد، به‌طوری 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). پیش‌خیساندن بذر باعث شد سبز شدن گیاهچه طی یک تا دو روز انجام شود، در حالی که در تیمار بدون پیش‌خیساندن 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 پیش‌خیساندن بذر با افزایش سرعت جوانه‌زنی، باعث کاهش مدت زمان سبز شدن گیاهچه می‌شود. خمدی و همکاران (Khamadi *et al*., 2017) نیز گزارش دادند که تیمار پیش‌خیساندن بذر گندم به مدت هشت ساعت، باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی شده و مدت

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.3.3.8]

زمان لازم برای سبزشدن 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 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).

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				2018			
			۱۳۹۶				۱۳۹۷			
تیمارهای آزمایشی	ارقام سورگوم		دهم تیر	بیستم تیر	اول مرداد	دهم مرداد	دهم تیر	بیستم تیر	اول مرداد	دهم مرداد
Treatments	Sorghum cultivars		July 1	July 11	July 23	August 1	July 1	July 11	July 23	August 1
بدون تیمار بذر	Speedfeed	اسپیدفید	6	6	6	5	7	7	6	6
No seed treatment	Peghah	پگاه	8	6	6	6	7	7	6	6
پیش‌خیساندن بذر	Speedfeed	اسپیدفید	2	2	2	1	2	2	1	1
Seed pre-soaking	Peghah	پگاه	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				2018			
			۱۳۹۶				۱۳۹۷			
تیمارهای آزمایشی	ارقام سورگوم		دهم تیر	بیستم تیر	اول مرداد	دهم مرداد	دهم تی	بیستم تیر	اول مردا	دهم مرداد
Treatments	Sorghum cultivars		July 1	July 11	July 23	August 1	July 1	July 11	July 23	August 1
بدون تیمار بذر	Speedfeed	اسپیدفید	72	74	73	72	68	71	70	71
No seed treatment	Peghah	پگاه	82	85	85	86	80	81	84	85
پیش‌خیساندن بذر	Speedfeed	اسپیدفید	65	68	68	67	61	64	63	63
Seed pre-soaking	Peghah	پگاه	73	78	80	80	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				2018			
			۱۳۹۶				۱۳۹۷			
تیمارهای آزمایشی	ارقام سورگوم		دهم تیر	بیستم تیر	اول مرداد	دهم مرداد	دهم تیر	بیستم تیر	اول مردا	دهم مرداد
Treatments	Sorghum cultivars		July 1	July 11	July 23	August 1	July 1	July 11	July 23	August 1
بدون تیمار بذر	Speedfeed	اسپیدفید	59	47	36	28	61	48	37	27
No seed treatment	Peghah	پگاه	49	36	24	14	49	38	23	13
پیش‌خیساندن بذر	Speedfeed	اسپیدفید	66	53	41	33	68	55	44	35
Seed pre-soaking	Peghah	پگاه	58	43	29	20	56	45	29	20

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.3.3.8]

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تاریخ کاشت و همچنین برهمکنش تاریخ کاشت و پیش‌تیمار بذر و رقم در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش پیش‌خیساندن بذر و رقم بر عملکرد علوفه تر و عملکرد ماده خشک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بودند. بهره‌وری آب برای تولید علوفه تر و ماده خشک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر برهمکنش تاریخ کاشت و پیش‌خیساندن بذر (در سطح احتمال پنج درصد) و تاریخ کاشت و پیش‌خیساندن بذر 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 اوّل می‌تواند طول دوره رشد بیشتر در مقایسه با دو تاریخ کاشت دیگر باشد که این موضوع توسط خداشناس (Khodashenas, 2021) نیز گزارش شده است.

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد علوفه و بهره‌وری آب ارقام سورگوم در تیمارهای تاریخ کاشت و پیش‌خیساندن بذر

Table 5. Mean comparison of forage yield and water productivity of sorghum cultivars in planting date and seed pre-soaking treatments

Treatments		تیمارهای آزمایشی	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})
سال Year	2017	۱۳۹۶	82.78a	18.48a	5.28a
	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	اوّل مرداد	82.79c	18.44c	5.85a
	August 1	دهم مرداد	65.14d	14.77d	5.84a
تیمارهای بذر Seed treatments	No seed treatment	بدون تیمار بذر	81.11a	18.11a	4.99a
	Seed pre-soaking	پیش‌خیساندن بذر	106.56a	23.72a	6.61a
ارقام سورگوم Sorghum cultivars	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

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.3.3.8]

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 به‌عنوان یکی دیگر از دلایل کاهش عملکرد در تاریخ‌های کشت دیرهنگام 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 (به‌ترتیب ۱۳۱/۳۶ و ۲۸/۸ تن در هکتار) در تیمار پیش‌خیساندن بذر در رقم اسپیدفید و کمترین مقدار آنها (به‌ترتیب 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 دیرهنگام 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

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.3.3.8]

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})
دهم تیر July 1	بدون تیمار بذر No seed treatment	اسپیدفید Speedfeed	113.98c	24.96c	5.19de
		پگاه Peghah	104.16d	23.41cd	4.88ef
	پیش‌خیساندن بذر Seed pre-soaking	اسپیدفید Speedfeed	147.79a	32.82a	6.83ab
		پگاه Peghah	124.32b	27.91b	5.82c
بیستم تیر July 11	بدون تیمار بذر No seed treatment	اسپیدفید Speedfeed	101.86d	21.65de	5.43cd
		پگاه Peghah	83.70ef	19.40fg	4.87ef
	پیش‌خیساندن بذر Seed pre-soaking	اسپیدفید Speedfeed	131.36b	28.80b	7.22a
		پگاه Peghah	102.43d	22.91cd	5.75c
اول مرداد July 23	بدون تیمار بذر No seed treatment	اسپیدفید Speedfeed	71.33gh	16.11hi	5.12de
		پگاه Peghah	65.03hi	14.86ij	4.72ef
	پیش‌خیساندن بذر Seed pre-soaking	اسپیدفید Speedfeed	107.30cd	22.76d	7.22a
		پگاه Peghah	87.51e	20.01ef	6.35b
دهم مرداد August 1	بدون تیمار بذر No seed treatment	اسپیدفید Speedfeed	57.12ij	12.93jk	5.11de
		پگاه Peghah	51.68j	11.58k	4.58f
	پیش‌خیساندن بذر Seed pre-soaking	اسپیدفید Speedfeed	75.73fg	17.39gh	6.87a
		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

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.3.3.8]

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 محدودهٔ 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 (به‌ترتیب 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، به‌طوری‌که کمترین میزان این شاخص‌ها (به‌ترتیب ۱۵۴۰ و ۸۹۳۸ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تاریخ کاشت دهم مرداد بود (جدول ۷). لیونز و همکاران (Lyons *et al.*, 2019) گزارش دادند که با کاهش طول دوره رشد، میزان پروتئین خام علوفه سورگوم افزایش یافت، بنابراین با تاخیر 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

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.3.3.8]

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

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 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 محتوی بالاتر الیاف در رقم اسپیدفید مرتبط می‌باشد. همبستگی منفی بین محتوای پروتئین و قابلیت هضم علوفه با مقدار الیاف آن قبلا 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 محتوی 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.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.3.3.8]

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})
دهم تیر July 1	بدون تیمار بذر No seed treatment	اسپیدفید Speedfeed	9.2c	57.5a	2302b-d	14352c
		پگاه Peghah	9.3c	60.7a	2189c-e	14206cd
	پیش‌خیساندن بذر Seed pre-soaking	اسپیدفید Speedfeed	8.9c	56.4a	2904a	18498a
		پگاه Peghah	9.4bc	59.7a	2624ab	16647b
بیستم تیر July 11	بدون تیمار بذر No seed treatment	اسپیدفید Speedfeed	9.8a-c	58.4a	2108c-e	12635de
		پگاه Peghah	9.1c	60.9a	1771e-g	11811e-g
	پیش‌خیساندن بذر Seed pre-soaking	اسپیدفید Speedfeed	9.1c	57.0a	2632ab	16421b
		پگاه Peghah	9.9a-c	60.6a	2302b-d	13897cd
اوّل مرداد July 23	بدون تیمار بذر No seed treatment	اسپیدفید Speedfeed	9.4bc	58.9a	1528gh	9487h
		پگاه Peghah	10.3a-c	61.4a	1527gh	9135hi
	پیش‌خیساندن بذر Seed pre-soaking	اسپیدفید Speedfeed	10.3a-c	57.9a	2333bc	13188c-e
		پگاه Peghah	10.3a-c	60.8a	2068c-f	12138ef
دهم مرداد August 1	بدون تیمار بذر No seed treatment	اسپیدفید Speedfeed	10.0a-c	59.1a	1296h	7639ij
		پگاه Peghah	11.2a	61.6a	1301h	7144j
	پیش‌خیساندن بذر Seed pre-soaking	اسپیدفید Speedfeed	9.6a-c	59.6a	1669f-h	10385gh
		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

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.3.3.8]

۹۶۰۲۵۱ - ۰۲۳ - ۰۳ - ۰۳ - ۲۴ به سفارش معاونت زراعت وزارت جهاد کشاورزی و توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی اجرا شده است که بدین‌وسیله از حمایت‌های مالی و فنی ایشان سپاسگزاری می‌شود.

منابع مورد استفاده

References

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. Roshanfekr 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*

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.3.3.8]

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

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.3.3.8]

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 C_3, C_4 and CAM plants: temperature acclimation and temperature adaptation. Photosynthesis Res. 119: 101-117.

Zandonadi, C. H. S., C. J. B. Albuquerque, R. S. Freita, 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.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.3.3.8]

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. Khazaei[2], A. Mahrokh[3], V. Rahjoo[4] and H. Asadi[5]

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 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

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1401.24.3.3.8]