تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک/ جلد پنجم، شماره دوم، پاییز ۱۴۰۲، ص ۳۴۳-۳۲۷

مقاله پژوهشی

تأثیر زمان برداشت بر عملکرد کمی و کیفی علوفه لاین‌ها و ارقام ارزن دم‌روباهی (*Setaria italica* L.) در منطقه بیرجند

علی آذری نصرآباد[1*]، حامد جوادی[2]، رضا عطایی[3]

۱- بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان جنوبی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بیرجند، ایران

۲- دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، بیرجند، ایران

۳- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

* مسئول مکاتبه: azari_ali2003@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱ /۰۸/۳۰ **DOI: 10.22034/CSRAR.2023.356760.1267**

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر زمان برداشت بر عملکرد علوفه لاین‌ها و ارقام ارزن دم‌روباهی آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی اجرا شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل زمان برداشت به‌عنوان فاکتور اصلی در چهار سطح (۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ روز پس از سبز شدن) و لاین‌ها و ارقام ارزن دم‌روباهی (شامل لاین‌های امیدبخش KFM5 و KFM93-17 و رقم باستان) به‌عنوان فاکتور فرعی بودند. نتایج نشان داد که اثر زمان برداشت بر ارتفاع بوته، تعداد پنجه در بوته، عملکرد تر ساقه، عملکرد علوفه سبز، عملکرد خشک ساقه، عملکرد خشک برگ، عملکرد علوفه خشک، نسبت برگ به ساقه، درصد پروتئین خام و عملکرد پروتئین معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد علوفه سبز (۱۳۶۶۶/۶ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد علوفه خشک (۴۷۷۸/۶ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد پروتئین (۴۸۳/۵ کیلوگرم در هکتار) از برداشت در ۷۰ روز پس از سبز شدن حاصل شد که تفاوت آماری معنی‌داری با زمان برداشت در ۶۰ روز پس از سبز شدن نداشت. تأخیر در زمان برداشت موجب کاهش نسبت برگ به ساقه و درصد پروتئین خام شد. بیشترین تعداد برگ در بوته (۱۱ برگ)، قطر ساقه (۱۱ میلی‌متر)، عملکرد خشک ساقه (۲۰۸۵/۵ کیلوگرم در هکتار) از رقم باستان و بیشترین نسبت برگ به ساقه (۰/۴) از لاین امیدبخش KFM93-17 حاصل شد؛ بنابراین بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، جهت تولید علوفه اضطراری ارزن دم‌روباهی در منطقه بیرجند می‌توان از رقم باستان و برداشت علوفه ۶۰ روز پس از سبز شدن استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: باستان، درصد پروتئین، علوفه، نسبت برگ به ساقه

مقدمه

کشور ایران از نظر اقلیمی در زمره مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان می‌باشد. اثرات سوء تغییر اقلیم و هم‌چنین واقع شدن در منطقه خشک و نیمه‌خشک، همواره کشور ما را درگیر بحران‌هایی از قبیل خشکی، سیل، سرما، گرما و خسارات موجودات زنده کرده است. در صورت عدم چاره‌اندیشی مناسب این مشکلات می‌توانند به کاهش منابع غذایی و به خطر افتادن امنیت غذایی کشور منجر شوند. در شرایطی که با بروز حوادث غیرمترقبه، منابع غذایی دام‌ها از بین می‌رود، تولید علوفه به شکل اضطراری به‌عنوان یک راه‌حل مؤثر و فوری مطرح می‌باشد. گیاهان مناسب جهت تولید علوفه اضطراری باید دارای شرایط و خصوصیات ویژه‌ای باشند که از جمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به داشتن سرعت سبز شدن و نرخ رشد بالا و هم‌چنین پتانسیل تولید علوفه با کمیت و کیفیت مناسب در کوتاه‌ترین زمان ممکن اشاره کرد. ارزن از جمله گیاهانی است که به دلیل کوتاهی طول دوره رشد و مقاومت نسبی به خشکی می‌تواند در اکثر مناطق کشور که از نظر تأمین آب و یا طول دوره مناسب برای رشد و نمو گیاهان مشکل دارند مورد استفاده قرار گیرد و در تولید غذا برای دام و طیور نقش مهمی بازی کند. ارزن‌های دم‌روباهی و معمولی به‌عنوان مهم‌ترین ارقام این گونه در کشور ایران مطرح می‌باشند (Shoushi Dezfuli and Mehrani, 2010). ارزن دم‌روباهی (*Setaria italica* L.) در استان خراسان جنوبی از قدیم‌الایام با نام گاورس شناخته شده و مورد کشت و کار است. تحمل کم‌آبی، استفاده بهینه از رطوبت خاک،

پنجه‌زنی قابل‌توجه و جبران خسارت‌های احتمالی وارده و نیز مصرف دوگانه آن به‌عنوان علوفه سبز و دانه از ویژگی‌های بارز آن می‌باشد (Karimi, 1989).

کیفیت علوفه از عوامل مهم در تولید و مدیریت گیاهان علوفه‌ای است، زیرا افزایش کیفیت علوفه موجب بهبود بازده تغذیه می‌گردد. بر اساس پارامترهای خوراکی، علوفه باید دارای غلظت ماده خشک مطلوب برای تخمیر مناسب پس از تغذیه، قابلیت هضم بالا برای حداکثر جذب، بازده تبدیل به‌وسیله حیوان و محتوای پروتئین بالا برای کاهش نیازهای پروتئینی دام باشد (McDonald *et al.*, 1995). محتوای پروتئین علوفه یکی از مهم‌ترین معیارها برای ارزیابی کیفیت علوفه است (Assefa and Ledin, 2001).

زمان برداشت و رقم مناسب از جمله عوامل مهم در مدیریت زراعی محصولات به شمار می‌آید و سبب دسترسی به حداکثر عملکرد کمی و کیفی خواهد بود (Ronga *et al.*, 2020). علوفه‌ای که در مراحل اولیه رشد رویشی برداشت می‌گردد، بالاترین ارزش غذایی را برای دام دارد. با افزایش سن گیاه، در زمان برداشت تغییر زیادی در خوش‌خوراکی و قابلیت هضم آن ایجاد می‌گردد (Sepehr, 1998). با تعیین زمان مناسب برداشت جهت تأمین علوفه دام، می‌توان هم از لحاظ کمی و هم از نظر خصوصیات کیفی، خوش‌خوراکی و ارزش غذایی علوفه، حداکثر تولید و عملکرد را به دست آورد. برداشت دیرهنگام ارزن به‌منظور استفاده از علوفه آن موجب افزایش عملکرد کمی می‌گردد؛ این در حالی است که با نزدیک شدن به پایان دوره رشد گیاه، کیفیت علوفه آن کاهش می‌یابد. این دو عامل عکس هم عمل می‌کنند، بنابراین بایستی مناسب‌ترین زمان برداشت علوفه ارزن را تعیین نمود تا در نتیجه آن بالاترین عملکرد با بهترین کیفیت حاصل گردد.

تأثیر زمان برداشت بر عملکرد و ارزش غذایی محصولات علوفه‌ای توسط بسیاری از محققان مورد مطالعه قرار گرفته است (Glamoclija *et al.*, 2011; Teixeira *et al.*, 2017; Ronga *et al.*, 2020). در تحقیقی که به‌منظور بررسی سه زمان برداشت (۴۵، ۶۰ و ۷۵ روز پس از کاشت) در گیاه ارزن انجام شد بیشترین ارتفاع بوته و عملکرد علوفه سبز از زمان‌های برداشت ۶۰ و ۷۵ روز پس از کاشت، بیشترین قطر ساقه و عملکرد خشک علوفه از زمان برداشت ۷۵ روز پس از کاشت و بیشترین نسبت برگ به ساقه از زمان برداشت ۴۵ روز پس از کاشت حاصل شد (Tariq *et al.*, 2011). در تحقیقی که به‌منظور بررسی سه زمان برداشت (۴۰، ۵۰ و ۶۰ روز پس از کاشت) در گیاه ارزن انجام شد بیشترین ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد برگ در گیاه، سطح برگ، عملکرد علوفه‌تر، عملکرد علوفه خشک و درصد ماده خشک از زمان برداشت ۶۰ روز پس از کاشت حاصل شد و بیشترین درصد پروتئین علوفه مربوط به زمان برداشت ۴۰ روز پس از کاشت بود (Ayub *et al.*, 2009). در بررسی سه زمان برداشت در ذرت شامل ۴۵، ۵۵ و ۶۵ روز پس از کاشت گزارش شد هنگامی که ذرت در ۵۵ روز نسبت به ۴۵ روز برداشت شد عملکرد علوفه تازه افزایش یافت اما تفاوت آماری معنی‌داری بین ۵۵ روز و ۶۵ روز پس از کاشت وجود نداشت (Salama, 2019). هم‌چنین برداشت علوفه سبز در ۶۵ روز پس از کاشت موجب کاهش معنی‌دار پروتئین خام شد. نتایج تحقیقی که به‌منظور بررسی تأثیر زمان برداشت (مراحل شیری، خمیری نرم، خمیری سفت و رسیدگی فیزیولوژیک دانه) بر روی هفت ژنوتیپ دومنظوره دانه‌ای- علوفه‌ای سورگوم انجام شد نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد ماده خشک و وزن خشک پانیکول از زمان رسیدگی فیزیولوژیک دانه، بیشترین وزن‌تر ساقه و برگ از مرحله شیری شدن، بیشترین وزن‌تر پانیکول از مرحله خمیری سفت و بیشترین عملکرد علوفه سیلویی از مراحل شیری، خمیری نرم و خمیری سفت حاصل شد (Khalilian *et al.*, 2021). نتایج مطالعه بر روی سورگوم (Beck *et al.*, 2007; Ayub *et al.*, 2003a)، در گیاه باجرا (Malai *et al.*, 1980)، در ارزن (Bukhari, 2009) و در ذرت (Ayub *et al.*, 2003b) حاکی از آن بود که تأخیر در برداشت موجب افزایش ماده خشک و کاهش درصد پروتئین خام علوفه در این گیاهان شد. نتایج تحقیقی نشان داد که با بلوغ گیاه، عملکرد علوفه، محتوای ماده خشک، محتوای نشاسته و محتوای انرژی معمولاً افزایش می‌یابد (Seleiman *et al.*, 2017).

با توجه به موارد فوق، پژوهش در خصوص گیاهان علوفه‌ای مقاوم به شرایط اقلیمی خراسان جنوبی به‌ویژه ارزن ضروری می‌باشد. لذا این تحقیق با هدف ارزیابی عملکرد علوفه لاین‌ها و ارقام ارزن دم‌روباهی در زمان‌های مختلف برداشت و در منطقه بیرجند به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۹ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بیرجند واقع در ۲۰ کیلومتری جاده بیرجند-خوسف با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا اجرا شد. این منطقه از نظر اقلیمی بر اساس سیستم طبقه‌بندی آمبرژه جزء مناطق خشک می‌باشد. با استناد به میانگین ۱۵ ساله آمار هواشناسی ایستگاه بیرجند مشخص گردید که متوسط بارندگی در این منطقه ۹۸/۴ میلی‌متر، حداکثر دمای آن ۳۹/۱ و حداقل دمای آن ۱۷- می‌باشد و متوسط دمای روزانه ۱۲ درجه سانتی‌گراد است. به‌منظور تعیین برخی از مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش، نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر انجام گرفت. نتایج خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قطعه مورد آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- نتایج خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قطعه مورد آزمایش

Table 1- Results of physical and chemical properties of the test soil

عمق خاک Soil depth (cm)	بافت خاک Soil texture	هدایت الکتریکی خاک Electrical conductivity of soil ($ms\ cm^{-1}$)	pH	نیتروژن کل Total nitrogen (%)	فسفر قابل‌جذب Absorbable phosphorus (ppm)	پتاسیم قابل‌جذب Absorbable potassium (ppm)
0-30	لوم Loam	3.21	8.14	0.032	5.38	214.2
30-60	لوم Loam	3.30	8.00	0.024	4.28	196.3

این آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل زمان برداشت به‌عنوان فاکتور اصلی در چهار سطح (۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ روز پس از سبز شدن) و لاین‌ها و ارقام ارزن دم‌روباهی شامل (لاین‌های امیدبخش KFM93-17، KFM5 و رقم باستان) به‌عنوان فاکتور فرعی بودند. لاین‌های مورد آزمایش در این پروژه جزو لاین‌های امیدبخش ارزن دم‌روباهی هستند که طی چند سال گذشته مورد بررسی قرار گرفته‌اند و در این آزمایش جهت تکمیل اطلاعات درباره پتانسیل تولید علوفه اضطراری مورد ارزیابی تکمیلی قرار گرفتند. هر کرت آزمایشی شامل چهار خط کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و به طول پنج‌متر بود. عملیات کاشت در اوایل تیرماه انجام شد. برداشت در کرت‌های مختلف بر اساس تیمارهای آزمایشی مربوطه در ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ روز پس از کاشت انجام شد.

عملیات آماده‌سازی زمین در اوایل خرداد سال ۹۹ آغاز گردید. بدین منظور ابتدا توسط گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد. سپس کلوخه‌ها توسط دو دیسک عمود بر هم خرد شده و با استفاده از لولر تسطیح انجام گرفت. سپس بر اساس نتایج آزمون خاک به میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۷۰ کیلوگرم در هکتار اوره قبل از کاشت به خاک اضافه شد. کاشت بذور در تاریخ اول تیر به روش خشکه‌کاری و با دست انجام گردید. قبل از کاشت، بذور به‌وسیله قارچ‌کش کاربوکسین تیرام به میزان ۲ در هزار ضدعفونی گردید. میزان بذر مورد استفاده ۱۰ کیلوگرم در هکتار بود. عمق کاشت ۲ تا ۳ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تراکم کاشت در نظر گرفته شده ۶۰۰ هزار بوته در هکتار بود. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام شد. آبیاری مزرعه به طریقی نشتی و با مدار ۷ روز انجام گردید. پس از استقرار بوته‌ها میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود ازته از منبع اوره در مرحله پنجه‌زنی و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله ساقه‌دهی به‌صورت سرک به طور یکنواخت در فاصله ردیف‌های کاشت پخش شد. عملیات مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت مکانیکی و در مرحله ۴ تا ۶ برگی انجام شد. آفت یا بیماری خاصی در طول دوره رشد ارزن مشاهده نشد.

به‌منظور تعیین برخی صفات مورفولوژیک گیاه، تعداد ۵ بوته از هر کرت فرعی به طور تصادفی انتخاب و ارتفاع گیاه، تعداد برگ در بوته، قطر ساقه و تعداد پنجه در بوته در آن‌ها اندازه‌گیری شد. به‌منظور تعیین اجزای عملکرد علوفه ارزن از جمله وزن ساقه و برگ و تعیین نسبت برگ به ساقه، تعداد ۵ بوته از بخش‌های میانی هر کرت و با رعایت اثرات حاشیه‌ای و

به‌صورت تصادفی از سطح زمین برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. جهت تعیین عملکرد علوفه، از دو ردیف وسط هر کرت با حذف ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای کلیه ردیف‌ها (اثر حاشیه‌ای)، بوته‌ها برداشت و بعد از توزین عملکرد علوفه‌تر محاسبه شد. از علوفه برداشتی هر تیمار نمونه‌ای یک کیلوگرمی به‌طور تصادفی انتخاب شد. سپس نمونه‌های هر کرت، در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت (تا ثابت شدن وزن نمونه) خشک گردید تا از آن برای تعیین عملکرد علوفه خشک و هم‌چنین تجزیه کیفی علوفه استفاده شود. جهت تعیین عملکرد کیفی ابتدا میزان ازت علوفه به روش کجلدال اندازه‌گیری شد و سپس میزان پروتئین علوفه و عملکرد پروتئین علوفه با استفاده از روابط زیر بدست آمد (Mohajer *et al.*, 2012):

۶/۲۵ × درصد نیتروژن علوفه = درصد پروتئین علوفه

درصد پروتئین × عملکرد علوفه خشک = عملکرد پروتئین علوفه

پس از جمع‌آوری داده‌ها مزرعه‌ای و انجام برخی محاسبات لازم، تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SAS انجام پذیرفت. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شده و اشکال مورد نیاز توسط نرم‌افزار اکسل ترسیم شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان برداشت، رقم و اثرمتقابل آن‌ها بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته از زمان برداشت ۷۰ روز پس از سبز شدن و لاین KFM5 (۱۰۶/۶ سانتی‌متر) و کمترین آن از زمان برداشت ۴۰ روز پس از سبز شدن و لاین‌های KFM93-17 و KFM5 (به ترتیب ۳۵/۷ و ۳۹/۹ سانتی‌متر) حاصل شد (شکل ۱).

با توجه به اینکه تأخیر در برداشت امکان بهره‌برداری بیشتر از منابع محیطی از جمله مواد غذایی، آب و نور به گیاه می‌دهد گیاه فرصت بیشتری جهت رشد رویشی داشته و لذا انتظار می‌رود ارتفاع بوته در تیمار ۷۰ روز پس از سبز شدن بیشتر باشد. هم‌چنین بیشترین ارتفاع بوته در لاین KFM5 مشاهده شد که به دلیل خصوصیات ژنتیکی این لاین می‌باشد. نتایج پژوهش‌های انجام شده مشخص نمود که با تأخیر در زمان برداشت ارتفاع بوته افزایش می‌یابد (Ayub *et al.*, 2009; Tariq *et al.*, 2011; Atis *et al.*, 2012; Jafari *et al.*, 2013; Ghanbari *et al.*, 2010; Abdoli, 2020). نتایج گزارش محققان متعدد نیز حاکی از تأثیر ارقام و لاین‌های ارزن بر ارتفاع بوته می‌باشد (Azari Nasrabad, and *et al.*, 2021; Mirzaee, 2012; Rezazadeh *et al.*, 2019; Fatemi).

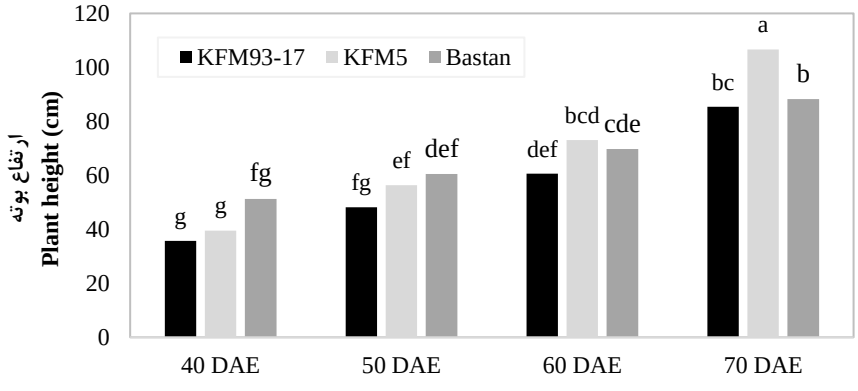
جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر زمان برداشت بر برخی صفات مورفولوژیکی ارقام ارزن دم‌روباهی

Table 2- Analysis of variance (mean squares) the effect of harvest time on some morphological traits of millet cultivars

منابع تغییر Sources of variation	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد برگ در بوته Number of leaves per plant	قطر ساقه Stem diameter	تعداد پنجه در بوته Number of tillers per plant
بلوک Replication	2	67.5 *	2.19 ns	0.28 ns	1.6*
زمان برداشت Harvest time (a)	3	4306.3 **	0.01 ns	0.08 ns	9.3 **
اشتباه (a) Error a	6	11.3	0.49	0.07	0.26
رقم Variety (b)	2	460.3 **	18.23*	5.86 *	82.06 **
زمان برداشت × رقم a × b	6	124.6 **	0.0006 ns	0.17 ns	6.78 **
اشتباه (b) Error b	16	25.1	0.71	0.25	0.3
ضریب تغییرات C.V (%)		7.8	8.7	13.6	33.1

*، ** و ns به ترتیب مفهوم معنی‌دار در سطح پنج درصد، یک درصد و غیر معنی‌دار می‌باشد.

*, ** and ns show significance at 5 and 1% level and non-significance, respectively



شکل ۱- مقایسه میانگین اثرمتقابل زمان برداشت و رقم بر ارتفاع بوته ارزن دم‌روباهی

Figure 1- Comparison of the mean interaction between harvest time and cultivar on plant height of millet

تعداد برگ در بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس نشـــان داد که اثر رقم بر تعداد برگ در بوته در ســطح احتمال پنج درصــد معنی‌دار بود اما اثر زمان برداشــت و اثرمتقابل زمان برداشــت و رقم بر این صــفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین حاکی از آن بود که بیشـــترین تعداد برگ در بوته از رقم باســـتان (۱۱ برگ در بوته) حاصــل شــد و پس از آن لاین‌های KFM5 (۹/۵ برگ در بوته) و KFM93-17 (۸/۵ برگ در بوته) قرار داشـــتند (جدول ۳). در تحقیقی کـه بـه‌منظور ارزیـابی عملکرد علوفـه پنج لاین امیـدبخش ارزن دم‌روبـاهی شـــامـل KFM14، KFM7، KFM15،FM5 و KFM20 در بیرجند انجام شـــد مشـــخص گردید اثر لاین‌های امیدبخش بر تعداد برگ در بوته معنی‌دار بود (Azari Nasrabad and Mirzaee, 2012).

جدول ۳- مقایسه میانگین برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد خشک ساقه و نسبت برگ به ساقه در ارقام و لاین‌های ارزن دم‌روباهی

Table 3- Comparison of the mean of some morphological traits, dry stem yield and leaf to stem ratio in foxtail millet cultivars and lines

رقم Variety	تعداد برگ در بوته Number of leaves per plant	قطر ساقه Stem diameter (mm)	عملکرد خشک ساقه Stem dry yield (kg ha^{-1})	نسبت برگ به ساقه Leave/Stem
KFM93-17	8.5 b	8.5 c	1640.8 b	0.46 a
KFM5	9.5 ab	9.5 b	1843.1 ab	0.43 a
Bastan	11.0 a	11.0 a	2085.5 a	0.35 b

در هر ستون و برای هر عامل، میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (P ≤۰/۰۵).

In each column, with at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test

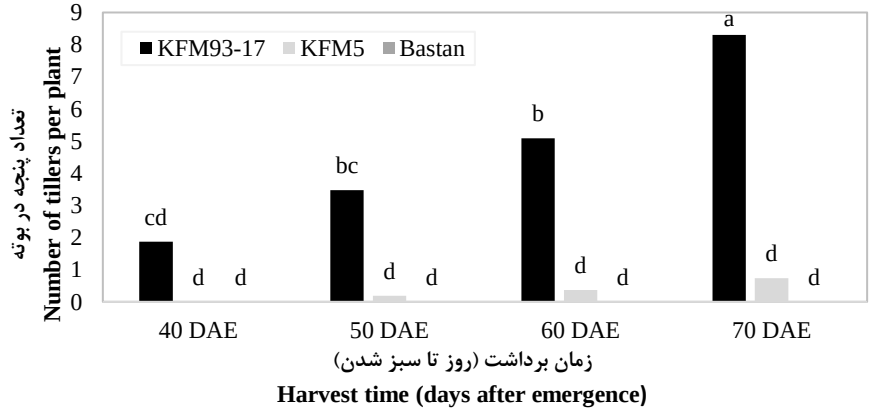
قطر ساقه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشـــان داد که اثر رقم بر قطر ســاقه در ســطح احتمال پنج درصــد معنی‌دار بود اما اثر زمان برداشت و اثرمتقابل زمان برداشت و رقم بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج مقایســـه میانگین حاکی از آن بود که بیشترین قطر ساقه از رقم باستان (۱۱ میلی‌متر) حاصل شد و پس از آن لاین‌هـای KFM5 (۹/۵ میلی‌متر) و KFM93-17 (۸/۵ میلی‌متر) قرار داشتند (جدول ۳). در تحقیقی که به‌منظور ارزیابی عملکرد علوفه پنج لاین امیدبخش ارزن دم‌روباهی شامل KFM14، KFM7، KFM15،FM5 و KFM20 در بیرجنـد انجام شـد مشـخص گردید اثر لاین‌های امیدبخش بر قطر سـاقه معنی‌دار بود (Azari Nasrabad and Mirzaee, 2012). نتایج تحقیقی که به‌منظور بررســـی اثر ۱۳ ژنوتیپ ارزن انجام شـــد مشـــخص نمود کـه اثر ژنوتیـپ بر قطر ســـاقـه معنی‌دار بود

(Nakhaei *et al.*, 2013). نتایج تحقیقی که به‌منظور بررسی رقم باستان و لاین‌های KFM5 و KFM20 ارزن دم‌روباهی انجام شد نشان داد که اثر رقم بر قطر ساقه معنی‌دار بود. در این پژوهش بیشترین قطر ساقه از رقم باستان حاصل شد (Khazaei *et al.*, 2016).

تعداد پنجه در بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان برداشت، رقم و اثرمتقابل آن‌ها بر تعداد پنجه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تأخیر در برداشت موجب افزایش تعداد پنجه در بوته در لاین امیدبخش KFM93-17 شد. به‌طوری‌که تأخیر در برداشت از ۴۰ به ۷۰ روز پس از سبز شدن موجب افزایش ۴/۴۶ برابری تعداد پنجه در لاین KFM93-17 شد (شکل ۲). تأخیر در برداشت موجب افزایش تعداد پنجه در لاین KFM5 شد اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود. هم‌چنین نتایج این تحقیق نشان داد که رقم باستان فاقد تعداد پنجه در بوته بود (شکل ۲). در تحقیقی که به‌منظور ارزیابی عملکرد علوفه پنج لاین امیدبخش ارزن دم‌روباهی شامل KFM14، KFM7، KFM15،FM5 و KFM20 در بیرجند انجام شد مشخص گردید اثر لاین‌های امیدبخش بر تعداد پنجه در بوته معنی‌دار بود (Azari Nasrabad and Mirzaee, 2012). در تحقیقی که به‌منظور بررسی اثر پنج رقم ارزن دانه‌ای (باستان، چماقی، پیشاهنگ، گاورس سفید و گاورس زرد) انجام شد تعداد پنجه در بوته تحت تأثیر ارقام قرار گرفت (Ghafari *et al.*, 2019). در تحقیقی بیان شد که در غلات پنجه‌زنی علاوه بر عوامل محیطی توسط عوامل ژنتیکی و نوع رقم کنترل می‌شود. به نظر می‌رسد که تأخیر در زمان برداشت از طریق افزایش طول دوره رشد و فراهم کردن شرایط محیطی مساعدتر از جمله نور و حرارت موجب افزایش تعداد پنجه در بوته می‌شود (Normohamadi *et al.*, 2007).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثرمتقابل زمان برداشت و رقم بر تعداد پنجه در بوته ارزن دم‌روباهی

Figure 2- Comparison of the mean interaction between harvest time and cultivar on number of tillers per plant of millet

عملکرد تر ساقه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان برداشت بر عملکرد تر ساقه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود اما اثر رقم و اثرمتقابل زمان برداشت و رقم بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۴). تأخیر در برداشت موجب افزایش عملکرد تر ساقه شد. به‌طوری‌که تأخیر از ۴۰ به ۷۰ روز پس از سبز شدن موجب افزایش ۴/۸ برابری عملکرد تر ساقه شد (جدول ۵). نتایج تحقیقات انجام گرفته روی گیاه سورگوم علوفه‌ای (Rezvani Moghaddam and Nasiri Mahallati, 2004; Atis *et al.*, 2012; Jafari *et al.*, 2013; Khalilian *et al.*, 2021) و ذرت علوفه‌ای (Ghanbari *et al.*, 2010) بیانگر آن است که با تأخیر در برداشت عملکرد تر ساقه افزایش می‌یابد. نتایج پژوهش‌های انجام شده حاکی از آن است که تأخیر در زمان برداشت علوفه به گیاه فرصت می‌دهد تا رشد رویشی بیشتری داشته باشد و عملکرد ساقه افزایش یابد (Fathi *et al.*, 1998).

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر زمان برداشت بر اجزای عملکرد، عملکرد و برخی صفات کیفی ارقام ارزن دم‌روباهی

Table 4- Analysis of variance (mean squares) Effect of harvest time on yield components, yield and some quality traits of millet cultivars

منابع تغییر Sources of variable	درجه آزادی df	عملکرد تر ساقه Stem fresh yield	عملکرد تر برگ Leave fresh yield	عملکرد علوفه سبز Fresh yield	عملکرد خشک ساقه Stem dry yield	عملکرد خشک برگ Leaves dry yield	عملکرد علوفه خشک Dry yield	نسبت برگ به ساقه Leave/ Stem	درصد پروتئین خام Percent of crude protein	عملکرد پروتئین Protein yield
بلوک Replication	2	737432.5 ns	1612974.6 ns	4430833.3 ns	64037.6 ns	104964.7 ns	321470.2 ns	0.001 ns	0.24 ns	5682.1 ns
زمان برداشت Harvest time (a)	3	112264546.**	2877775.6 ns	127032963**	16667207.7 **	*527962.5	22557660.9**	0.247 **	**51.53	216612**
اشتباه (a) Error a	6	1878169.8	778780.5	4659351.8	140765.7	52802.7	338216.9	0.0008	0.78	5980.2
رقم Variety (b)	2	1339506.1 ns	3652337.4 ns	660833.3 ns	594868.8 *	70909.9 ns	255230.9 ns	*0.04	*7.78	3751.5 ns
زمان برداشت × رقم a × b	6	1821035.4 ns	3328370.7 ns	6659351.8 ns	84570.3 ns	185732.6 ns	286904.9 ns	0.009 ns	**12.14	1838.2 ns
اشتباه (b) Error b	16	1164623	1248807	3265972.2	97607.3	84931.1	252822.9	0.008	2.10	3475.6
ضریب تغییرات C.V (%)		16.54	28.9	17.4	16.82	29.1	17.58	21.9	11.31	17.17

*، **و ns به ترتیب مفهوم معنی‌دار در سطح پنج درصد، یک درصد و غیر معنی‌دار می‌باشد.

*, ** and ns show significance at 5 and 1% level and non-significance, respectively

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر زمان برداشت بر اجزای عملکرد، عملکرد و برخی صفات کیفی ارقام و لاین‌های ارزن دم‌روباهی

Table 5- Comparison of the mean effect of harvest time on yield components, yield and some quality traits in foxtail millet cultivars and lines

زمان برداشت (روز پس از سبز شدن) Harvest times (Days after emergence)	عملکرد تر ساقه Stem fresh yield (kg ha^{-1})	عملکرد علوفه سبز Fresh yield (kg ha^{-1})	عملکرد خشک ساقه Stem dry yield (kg ha^{-1})	عملکرد خشک برگ Leaves dry yield (kg ha^{-1})	عملکرد خشک علوفه Dry yield (kg ha^{-1})	نسبت برگ به ساقه Leave/Stem	عملکرد پروتئین Protein yield (kg ha^{-1})
40	2088.4 c	5388.8 b	510.8 c	795.7 b	1306.5 b	0.63 a	146.9 b
50	5490.1 bc	9633.3 ab	1062.2 c	788.89 b	1851.1 b	0.42 b	292.6 ab
60	8334.1 ab	12844.4 a	2284.6 b	1213.3 a	3498.0 a	0.33 c	450.1 a
70	10184.9 a	13666. a	3568.4 a	1210.2 a	4778.6 a	0.25 d	483.5 a

در هر ستون و برای هر عامل، میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (P ≤۰/۰۵).

In each column, with at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test

عملکرد تر برگ

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان برداشت، رقم و اثرمتقابل آن‌ها بر عملکرد تر برگ معنی‌دار نبود (جدول ۴). به نظر می‌رسد در تاریخ برداشت‌های زودتر (۴۰ و ۵۰ روز پس از سبز شدن) دمای هوا پایین‌تر و میزان رطوبت نسبی برگ بیشتر بوده، اما در تاریخ برداشت‌های دیرتر (۶۰ و ۷۰ روز پس از سبز شدن) هوا گرم‌تر و گیاهان با تنش خشکی مواجه بوده‌اند و لذا رطوبت نسبی برگ کم شده است؛ بنابراین برآیند عوامل فوق موجب شده تیمارهای مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری بر عملکرد تر برگ نداشته باشد.

عملکرد علوفه سبز

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان برداشت بر عملکرد علوفه سبز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود اما اثر رقم و اثرمتقابل زمان برداشت و رقم بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۴). تأخیر در برداشت موجب افزایش عملکرد علوفه سبز شد. به‌طوری‌که تأخیر از ۴۰ به ۶۰ و ۷۰ روز موجب افزایش به ترتیب ۲/۳ و ۲/۵ برابری عملکرد علوفه سبز شد. تفاوت آماری معنی‌داری بین زمان برداشت ۶۰ و ۷۰ روز پس از سبز شدن از لحاظ عملکرد علوفه سبز وجود نداشت (جدول ۵). در تحقیقی که به‌منظور بررسی سه زمان برداشت (۴۵، ۶۰ و ۷۵ روز پس از کاشت) در گیاه ارزن انجام شد بیشترین عملکرد علوفه سبز از زمان‌های برداشت ۶۰ و ۷۵ روز پس از کاشت حاصل شد (Tariq *et al.*, 2011). در تحقیقی دیگر که به‌منظور بررسی سه زمان برداشت (۴۰، ۵۰ و ۶۰ روز پس از کاشت) در گیاه ارزن انجام شد بیشترین عملکرد علوفه‌تر از زمان برداشت ۶۰ روز پس از کاشت حاصل شد (Ayub *et al.*, 2009). در تحقیقی سه زمان برداشت ذرت شامل ۴۵، ۵۵ و ۶۵ روز پس از کاشت بررسی شد و نتایج نشان داد هنگامی که ذرت در ۵۵ روز نسبت به ۴۵ روز برداشت شد عملکرد علوفه تازه افزایش یافت اما تفاوت آماری معنی‌داری بین ۵۵ روز و ۶۵ روز پس از کاشت وجود نداشت (Salama, 2019). نتایج تحقیقات انجام گرفته روی گیاه سورگوم علوفه‌ای (Rezvani Moghaddam and Nasiri Mahallati, 2000; Khalilian *et al.*, 2021) و ذرت علوفه‌ای (Abdoli, 2019) بیانگر آن است که با تأخیر در برداشت عملکرد تر ساقه افزایش می‌یابد. نتایج تحقیقی در خصوص سورگوم بیانگر آن بود که جهت تولید علوفه‌تر بهتر است در اواخر مرحله رشد رویشی (و با آغاز گل‌دهی) برداشت انجام شود (Golzardi *et al.*, 2019). نتایج پژوهش‌های انجام شده حاکی از آن است که تأخیر در زمان برداشت علوفه به گیاه فرصت می‌دهد تا رشد رویشی بیشتری داشته باشد و عملکرد زیست‌توده افزایش یابد (Fathi *et al.*, 1998). احتمالاً دلیل افزایش عملکرد علوفه سبز با تأخیر در زمان برداشت، افزایش طول دوره رشد گیاه و در نتیجه افزایش تولید مواد فتوسنتزی جهت رشد رویشی گیاه می‌باشد.

عملکرد خشک ساقه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان برداشت بر عملکرد خشک ساقه در سطح احتمال یک درصد و اثر رقم بر این صفت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود اما اثرمتقابل زمان برداشت و رقم بر عملکرد خشک ساقه معنی‌دار نبود (جدول ۴). تأخیر در برداشت موجب افزایش عملکرد خشک ساقه شد. به‌طوری‌که تأخیر از ۴۰ به ۷۰ روز پس از سبز شدن موجب افزایش ۶/۹ برابری عملکرد خشک ساقه شد (جدول ۵). رضوانی‌مقدم و نصیری محلاتی (Rezvani Moghaddam and Nasiri Mahallati, 2004) نیز اثر پنج زمان برداشت (مرحله شروع گل‌دهی و یک، دو، سه و چهار هفته پس از شروع گل‌دهی) را بر عملکرد سه رقم سورگوم علوفه‌ای بررسی و بیان کردند که با تأخیر در برداشت درصد ساقه و عملکرد علوفه افزایش یافت. نتایج پژوهش‌های انجام شده حاکی از آن است که تأخیر در زمان برداشت علوفه به گیاه فرصت می‌دهد تا رشد رویشی بیشتری داشته باشد و عملکرد زیست‌توده افزایش یابد (Fathi *et al.*, 1998). پژوهش‌های انجام شده مشخص نمود که با تأخیر در زمان برداشت، درصد ساقه نسبت به برگ افزایش می‌یابد، در نتیجه علوفه بیشتری تولید می‌گردد (Gardner and Wiggans, 1959).

بیشترین عملکرد خشک ساقه با میانگین ۲۰۸۵/۵ کیلوگرم در هکتار از رقم باستان حاصل شد و لاین‌های KFM5 و KFM93-17 با میانگین به ترتیب ۱۸۴۳/۱ و ۱۶۴۰/۸ کیلوگرم در هکتار پس از آن در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند (جدول ۳). نتایج تحقیقی بر روی ۷ ژنوتیپ سورگوم دومنظوره نشان داد که اثر ژنوتیپ بر عملکرد خشک ساقه معنی‌دار بود (Khalilian *et al.*, 2021).

عملکرد خشک برگ

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان برداشت بر عملکرد خشک برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود اما اثر رقم و اثرمتقابل زمان برداشت و رقم بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۴). تأخیر در برداشت موجب افزایش عملکرد خشک برگ شد. به‌طوری‌که تأخیر از ۴۰ به ۶۰ و ۷۰ روز موجب افزایش به ترتیب ۵۲/۴ و ۵۲ درصدی عملکرد خشک برگ شد. تفاوت آماری معنی‌داری بین زمان برداشت ۶۰ و ۷۰ روز پس از سبز شدن از لحاظ عملکرد خشک برگ وجود

نداشت (جدول ۵). نتایج پژوهش‌های انجام شده حاکی از آن است که تأخیر در زمان برداشت علوفه به گیاه فرصت می‌دهد تا رشد رویشی بیشتری داشته باشد و عملکرد زیست‌توده افزایش یابد (Fathi *et al.*, 1998). تأخیر در برداشت موجب افزایش طول دوره رشد شده و از طریق افزایش سطح برگ موجب افزایش فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی لازم برای رشد و توسعه برگ و درنهایت افزایش عملکرد خشک برگ می‌شود.

عملکرد خشک علوفه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان برداشت بر عملکرد خشک علوفه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود اما اثر رقم و اثرمتقابل آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۴). تأخیر در برداشت موجب افزایش عملکرد علوفه خشک شد. به‌طوری‌که تأخیر از ۴۰ به ۶۰ و ۷۰ روز موجب افزایش به ترتیب ۲/۶ و ۳/۶ برابری عملکرد علوفه سبز شد. تفاوت آماری معنی‌داری بین زمان برداشت ۶۰ و ۷۰ روز پس از سبز شدن از لحاظ عملکرد علوفه خشک وجود نداشت (جدول ۵). در تحقیقی که به‌منظور بررسی سه زمان برداشت (۴۵، ۶۰ و ۷۵ روز پس از کاشت) در گیاه ارزن انجام شد بیشترین عملکرد خشک علوفه از زمان برداشت ۷۵ روز پس از کاشت حاصل شد (Tariq *et al.*, 2011). در تحقیقی که به‌منظور بررسی سه زمان برداشت (۴۰، ۵۰ و ۶۰ روز پس از کاشت) در گیاه ارزن انجام شد بیشترین عملکرد علوفه خشک و درصد ماده خشک از زمان برداشت ۶۰ روز پس از کاشت حاصل شد (Ayub *et al.*, 2009). نتایج تحقیقی که بر روی ارقام ارزن و به‌منظور بررسی سه زمان برداشت (مرحله ظهور خوشه، مرحله شیری شدن و مرحله بلوغ بذر) انجام شد بیشترین علوفه خشک از زمان برداشت در مرحله شیری شدن دانه حاصل شد (Mohajer *et al.*, 2012). در تحقیقی تأثیر زمان‌های مختلف برداشت بر عملکرد علوفه سورگوم بررسی شد که بیشترین عملکرد ماده خشک (۲۶ تن در هکتار) با برداشت علوفه در ۷۵ روز پس از کاشت و کمترین عملکرد (۸ تن در هکتار) با برداشت در ۴۵ روز پس از کاشت سورگوم حاصل شد (Muhammad *et al.*, 2002). نتایج مطالعه محققان مختلف بر سورگوم علوفه‌ای، باجرا، ارزن و ذرت حاکی از آن بود که تأخیر در برداشت موجب افزایش ماده خشک در این گیاهان شد (Malai *et al.*, 1980; Gran and Stock, 1994; Prostko *et al.*, 1998; Ayub *et al.*, 2003a; Ayub *et al.*, 2003b; Beck *et al.*, 2007; Bukhari, 2009; Atis *et al.*, 2012; Golzardi *et al.*, 2019). پژوهش‌های انجام شده مشخص نمود که با تأخیر در زمان برداشت، زیست‌توده، درصد ماده خشک، ارتفاع بوته و درصد ساقه نسبت به برگ افزایش می‌یابد، در نتیجه علوفه بیشتری تولید می‌گردد (Gardner and Wiggans, 1959). نتایج تحقیقی نشان داد که با بلوغ گیاه، عملکرد علوفه، محتوای ماده خشک، محتوای نشاسته و محتوای انرژی معمولاً افزایش می‌یابد (Seleiman *et al.*, 2017). احتمالاً تأخیر در زمان برداشت موجب بهره‌برداری مناسب‌تر گیاه از شرایط محیطی شده از طریق افزایش ارتفاع بوته و تعداد پنجه (شکل‌های ۱ و ۲) زمینه افزایش سطح سبز گیاه و تولید مواد فتوسنتزی بیشتر را فراهم نموده و درنهایت موجب افزایش وزن خشک ساقه و برگ (جدول ۵) و درنهایت افزایش عملکرد خشک علوفه شده است.

نسبت برگ به ساقه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان برداشت بر نسبت برگ به ساقه در سطح احتمال یک درصد و اثر رقم بر این صفت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود اما اثرمتقابل زمان برداشت و رقم بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۴).

تأخیر در برداشت موجب کاهش نسبت برگ به ساقه شد. به‌طوری‌که برداشت در ۷۰، ۶۰ و ۵۰ روز پس از سبز شدن نسبت به ۴۰ روز پس از سبز شدن موجب کاهش به ترتیب ۶۰/۳، ۴۷/۶ و ۳۳/۳ درصدی نسبت برگ به ساقه شد (جدول ۵). تحقیقات نشان داده است رابطه مستقیمی بین درصد وزنی برگ و کیفیت علوفه وجود دارد. به‌طوری‌که هر چه درصد وزنی برگ کمتر باشد، کیفیت علوفه نیز کمتر خواهد بود و بالعکس (Rezvani-Moghaddam and Nasiri-Mahallati, 2000). بنابراین انتظار می‌رود که با تأخیر در برداشت، نسبت برگ به ساقه کمتر شده و کیفیت علوفه نیز کاهش یابد. در تحقیقی که به‌منظور بررسی سه زمان برداشت (۴۵، ۶۰ و ۷۵ روز پس از کاشت) در گیاه ارزن انجام شد بیشترین نسبت برگ به ساقه از زمان برداشت ۴۵ روز پس از کاشت حاصل شد (Tariq *et al.*, 2011). در تحقیقی اثر پنج زمان برداشت (مرحله شروع

گل‌دهی و یک، دو، سه و چهار هفته پس از شروع گل‌دهی) را بر عملکرد سه رقم سورگوم علوفه‌ای بررسی و بیان شد که با تأخیر در برداشت درصد برگ کاهش و درصد گل و ساقه و عملکرد علوفه افزایش یافت (Rezvani Moghaddam and Nasiri Mahallati, 2004). در تحقیقی که به‌منظور بررسی اثر زمان‌های برداشت (شروع گل‌دهی، دو هفته بعد از گل‌دهی و چهار هفته بعد از گل‌دهی) در سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید انجام شد بیشترین نسبت برگ به ساقه از زمان برداشت در شروع گل‌دهی حاصل شد (Jafari *et al.*, 2013). در تحقیقی گزارش شد که تعداد برگ در هر گیاه و نسبت برگ به ساقه با تأخیر در برداشت از بلوغ فیزیولوژیک تا مرحله رسیدگی کامل ذرت کاهش می‌یابد (Bolsen *et al.*, 1996). پژوهش‌های انجام شده مشخص نمود که با تأخیر در زمان برداشت درصد ساقه نسبت به برگ افزایش می‌یابد، در نتیجه علوفه بیشتری تولید می‌گردد (Gardner and Wiggans, 1959).

زمان برداشت بر نسبت اجزای عملکرد مؤثر است. هرقدر فواصل برداشت کوتاه‌تر باشد، نسبت برگ به ساقه بیشتر و درمجموع کیفیت علوفه بهتر خواهد شد (Tolera and Sundstol, 1999). با تأخیر در زمان برداشت درصد اجزای گیاهی تغییر می‌کند، به‌طوری‌که درصد وزن ساقه از کل عملکرد ماده خشک ۲۰ درصد افزایش و درصد برگ ۴۴ درصد کاهش می‌یابد (Tolera and Sundstol, 1999). در آزمایش دیگری گزارش گردید که با افزایش سن گیاه، سهم برگ در عملکرد از ۴۷ درصد به ۲۶ درصد کاهش پیدا می‌کند (Twidwell *et al.*, 1988). زمان برداشت در هر گیاه علوفه‌ای عامل مؤثر در کیفیت علوفه تولیدی محسوب می‌شود و چنان‌که در شروع گل‌دهی برداشت صورت گیرد، کیفیت علوفه تولیدی افزایش خواهد یافت (Twidwell *et al.*, 1988).

بیشترین نسبت برگ به ساقه به طور مشترک از لاین‌های KFM93-17 و KFM5 (به ترتیب با میانگین ۰/۴۶ و ۰/۴۳) حاصل شد و کمترین آن متعلق به رقم باستان (۰/۳۵) بود (جدول ۳). با توجه به اینکه بیشترین عملکرد خشک ساقه متعلق به رقم باستان بود و پس از آن لاین‌های KFM5 و KFM93-17 قرار داشتند (جدول ۴) لذا نسبت برگ به ساقه در رقم باستان کمتر از سایر لاین‌ها بود.

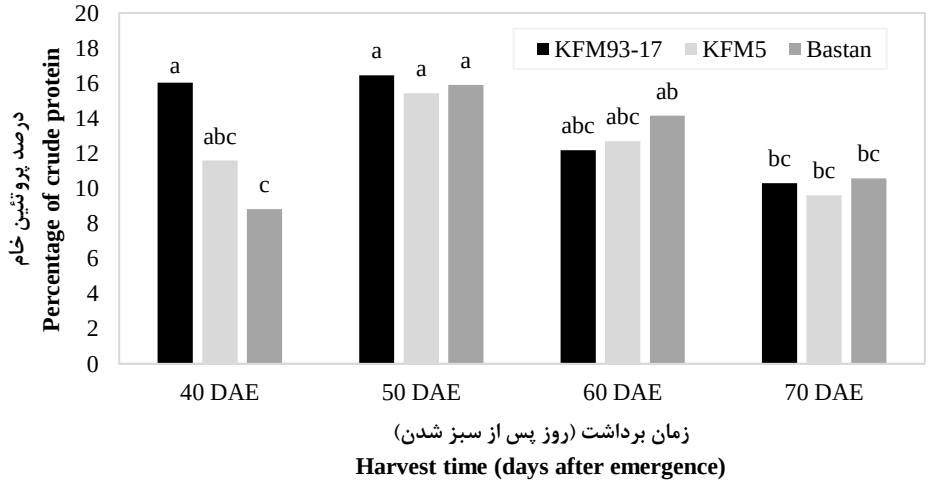
درصد پروتئین خام

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان برداشت و اثرمتقابل زمان برداشت و رقم بر درصد پروتئین در سطح احتمال یک درصد و اثر رقم بر این صفت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که واکنش ارقام و لاین‌ها به درصد پروتئین خام نسبت به زمان‌های برداشت متفاوت بود. به‌طوری‌که در لاین KFM93-17 بیشترین درصد پروتئین به طور مشترک از زمان‌های برداشت ۴۰ و ۵۰ روز پس از سبز شدن (به ترتیب ۱۶ و ۱۶/۴ درصد) حاصل شد و با تأخیر در زمان برداشت درصد پروتئین در این لاین کاهش یافت. در لاین KFM5 بیشترین درصد پروتئین از زمان برداشت ۵۰ روز پس از سبز شدن (۱۵/۴ درصد) حاصل شد و تفاوت آماری معنی‌داری بین زمان برداشت ۴۰ و ۶۰ روز پس از سبز شدن وجود نداشت اما با تأخیر در برداشت به ۷۰ روز درصد پروتئین کاهش یافت. در رقم باستان کمترین درصد پروتئین خام از زمان برداشت ۴۰ روز پس از سبز شدن (۸/۸ درصد) حاصل شد و بیشترین درصد پروتئین خام مربوط به زمان برداشت ۵۰ روز پس از سبز شدن (۱۵/۸ درصد) بود (شکل ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که لاین‌های KFM93-17، KFM5 و رقم باستان در زمان برداشت ۵۰ روز پس از سبز شدن با میانگین‌های ۱۶/۴، ۱۵/۴ و ۱۵/۸ درصد و به طور مشترک بیشترین میزان پروتئین خام علوفه را داشتند و با تأخیر در زمان برداشت درصد پروتئین خام علوفه در این ارقام کاهش یافت (شکل ۳).

تأثیر زمان برداشت بر عملکرد و ارزش غذایی محصولات علوفه‌ای توسط بسیاری از محققان مورد مطالعه قرار گرفته است (Glamoclija *et al.*, 2011; Teixeira *et al.*, 2017; Ronga *et al.*, 2020). در تحقیقی که به‌منظور بررسی سه زمان برداشت (۴۰، ۵۰ و ۶۰ روز پس از کاشت) در گیاه ارزن انجام شد بیشترین درصد پروتئین علوفه مربوط به زمان برداشت ۴۰ روز پس از کاشت بود (Ayub *et al.*, 2009). نتایج تحقیقی که بر روی ارقام ارزن و به‌منظور بررسی سه زمان برداشت (مرحله ظهور خوشه، مرحله شیری شدن و مرحله بلوغ بذر) انجام شد بیشترین درصد پروتئین از زمان برداشت در

مرحله شیری شدن دانه حاصل شد (Mohajer *et al.*, 2012). نتایج بررسی سه زمان برداشت ذرت شامل ۴۵، ۵۵ و ۶۵ روز پس از کاشت حاکی از آن بود که برداشت علوفه سبز در ۶۵ روز پس از کاشت موجب کاهش معنی‌دار پروتئین خام شد (Salama, 2019). نتایج مطالعه برخی محققان در سورگوم (Snyman and Joubert, 1996; Ayub *et al.*, 2003a; Atis *et al.*, 2012; Jafari *et al.*, 2013)، جو (Fathi *et al.*, 1998)، باجرا (Malai *et al.*, 1980)، ارزن (Bukhari, 2009) و ذرت (Ayub *et al.*, 2003b) حاکی از آن بود که تأخیر در برداشت موجب کاهش درصد پروتئین خام علوفه در این گیاهان شد. طبق گزارش‌های موجود، هرقدر برداشت در سورگوم علوفه‌ای دیرتر انجام گیرد، درصد پروتئین خام محتوی علوفه کاهش می‌یابد (Shedrick, 1971). نتایج تحقیقی نشان داد که با بلوغ گیاه، عملکرد علوفه، محتوای ماده خشک، محتوای نشاسته و محتوای انرژی معمولاً افزایش می‌یابد (Seleiman *et al.*, 2017). هم‌چنین گزارش شده است که با بلوغ گیاه پروتئین خام و فیبر کاهش می‌یابد (Darby and Lauer, 2002; Lewis *et al.*, 2004; Keady, 2005). نتایج تحقیقی نشان داد که تأخیر در زمان برداشت موجب کاهش درصد پروتئین علوفه جو شد. با تأخیر در برداشت علوفه و افزایش سن گیاه به دلیل افزایش نسبت ساقه به برگ، درصد پروتئین کاهش می‌یابد (Gardner and Wiggans, 1959).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثرمتقابل زمان برداشت و رقم بر درصد پروتئین خام ارزن دم‌روباهی

Figure 3- Comparison of the mean interaction between harvest time and cultivar on Percentage of crude protein of millet

عملکرد پروتئین علوفه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان برداشت بر عملکرد پروتئین علوفه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود اما اثر رقم و اثرمتقابل زمان برداشت و رقم بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۴). تأخیر در برداشت موجب افزایش عملکرد پروتئین علوفه شد. به‌طوری‌که تأخیر از ۴۰ به ۶۰ و ۷۰ روز موجب افزایش به ترتیب ۳ و ۳/۲ برابری عملکرد پروتئین علوفه شد. تفاوت آماری معنی‌داری بین زمان برداشت ۶۰ و ۷۰ روز پس از سبز شدن از لحاظ عملکرد پروتئین علوفه وجود نداشت (جدول ۵). نتایج تحقیقی که به‌منظور بررسی اثر زمان برش علوفه (عدم برش علوفه، برش در ابتدای ساقه رفتن و برش در اواسط ساقه رفتن) در گیاه جو کارون انجام شد بیشترین عملکرد پروتئین علوفه از زمان برش در اواسط ساقه رفتن به دست آمد (Fathi *et al.*, 1998). نتایج تحقیقی نشان داد که تأخیر در زمان برداشت موجب کاهش درصد پروتئین علوفه و افزایش عملکرد پروتئین علوفه جو شد. با تأخیر در برداشت علوفه و افزایش سن گیاه به دلیل افزایش نسبت ساقه به برگ، درصد پروتئین کاهش می‌یابد، ولی عملکرد پروتئین در واحد سطح به دلیل رشد رویشی بیشتر افزایش می‌یابد (Gardner and Wiggans, 1959). با توجه به اینکه عملکرد پروتئین از حاصل‌ضرب عملکرد علوفه و درصد پروتئین به دست می‌آید، بالا بودن عملکرد پروتئین با تأخیر در کاشت را با وجود کاهش

درصد پروتئین (شکل ۳) می‌توان به تولید عملکرد علوفه خشک بیشتر (جدول ۵) نسبت داد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشـــان داد که تأخیر در برداشـــت باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد علوفه و عملکرد پروتئین علوفه در ارزن دم‌روباهی شـد. برداشـت در ۶۰ و ۷۰ روز پس از سـبز شـــدن تأثیر معنی‌داری بر عملکرد علوفه و عملکرد پروتئین علوفه نداشـت. با تأخیر در برداشـت صـفات کیفی مانند نسـبت برگ به ســـاقه و درصـــد پروتئین خام کاهش یافت. هم‌چنین بیشـترین عملکرد علوفه از رقم باستان به دست آمد و بیشـترین نسبت برگ به ساقه، درصد پروتئین خام و کیفیت علوفه از لاین امیدبخش KFM93-17 حاصـــل شـــد. با توجه به اینکه تفاوت آمـاری معنی‌داری در عملکرد علوفـه و عملکرد پروتئین بین برداشت در ۶۰ و ۷۰ روز پس از سبز شدن وجود نداشت. لذا به دلیل اینکه کشـــت ارزن دم‌روباهی در منطقه بیرجند با هدف دست‌یابی به پتانسیل تولید علوفه با کمیت و کیفیت مناسب در کوتاه‌ترین زمان و به‌عنوان علوفه اضطراری و با مصرف آب کمتر انجام گرفته بود؛ بنابراین جهت دست‌یابی به اهداف مطرح شده فوق می‌توان برداشت لاین‌های امیدبخش KFM5 و KFM93-17 و رقم باســـتان را در ۶۰ روز پس از ســـبز شـــدن در منطقه بیرجند انجام داد. هم‌چنین مقایســـه لاین‌های امیدبخش و رقم باستان حاکی از این است که رقم باستان پتانسیل تولید علوفه بالاتری نســـبت به لاین‌های امیدبخش دارد؛ بنابراین بر اســـاس نتایج حاصل از این پژوهش، جهت تولید علوفه اضطراری از ارزن دم‌روباهی در منطقه بیرجند می‌توان از رقم باســـتان و برداشـــت در ۶۰ روز پس از سبز شدن استفاده نمود.

تشکر و قدردانی

این مقاله مســـتخرج از پروژه تحقیقاتی شـماره ۹۹۰۶۲۲-۰۴۷-۰۳-۴۴-۲۴ مصوب موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر می باشد و بدین وسیله از حمایت های آن موسسه تقدیر و تشکر می گردد.

References

Abdoli, M. 2020. Improving agronomic and morphological characteristics of forage maize by changing planting date and determining the most suitable harvest time in Varamin region. *Journal of Plant Production Sciences, 10*(1), PP.1-13 [In Persian].

Abdoli, M. 2019. The effect of planting date and harvest time on quantitative traits and yield of silage corn in Varamin environmental conditions. *Journal of Agricultural Research, 11*(4), PP.410-385 [In Persian].

Assefa, G. and Ledin, I. 2001. Effect of variety, soil type and fertilizer on the establishment, growth, forage yield, quality and voluntary intake by cattle of oats and vetches cultivated in pure stands and mixtures. *Animal Feed Sciences and Technology, 92*(1-2), PP.95–111. **doi:10.1016/s0377-8401(01)00242-5**

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. *Internatinal Journal of Agriculture and Biology, 14*(6), PP.879-86.

Ayub, M., Ahmad, R., Nadeem, M.A., Ahmed, B. and Khan, R.M.A. 2003a. Effect of different levels of nitrogen and seed rate on growth, yield and quality of maize fodder. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 40*(3-4), PP.140-145.

Ayub, M., Tanveer, A. and Nadeem, M.A. 2003b. Influence of different nitrogen levels and harvesting times on dry matter and quality of fodder maize. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences, 1*, PP.59-61.

Ayub, M., Athar Nadeem, M., Tahir, M., Ibrahim, M. and Aslam, M.N. 2009. Effect of nitrogen application and harvesting intervals on forage yield and quality of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). *Pakistan Journal*

of Life and Social Sciences, 7(2), PP.185-189.

Azari Nasrabad, A. and Mirzaee, M.R. 2012. Effect of sowing date on grain yield and yield components of foxtail millet (*Setaria italica*) Promising Lines. *Seed and Plant Production Journal, 28*(1), PP.95-105 [In Persian]. **doi:10.22092/sppj.2017.110458**

Beck, P.A, Hutchision, S., Gunter, S.A., Losi, T.C., Betwart, C.B., Cappus, P.K. and Phillips, J.M. 2007. Chemical composition and in situ dry matter, fibre disappearance of sorghum x Sudangrass hybrids. *Journal of Animal Science, 85*(2), PP.545-555. **doi: 10.2527/jas.2006-292**

Bolsen, K.K., Ashbell, G. and Weinberg, Z.G. 1996. Silage fermentation and silage additives. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 9*(1), PP.483–493. **doi:10.5713/ajas.1996.483**

Bukhari, M. A. 2009. Effect of different harvesting intervals on growth, forage yield and quality of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.) cultivars. M.sc Thesis, Faculty of Agriculture, University of Faisalabad, Pakistan.

Darby, H.M. and Lauer J.G. 2002. Harvest date and hybrid influence on corn forage yield, quality, and preservation. *Agronomy Journal, 94*(3), PP.559-66. **doi:10.2134/agronj2002.0559**

Fatemi, S., Maghsoodi Mood, A. and Mohammadi Nejad, G. 2021. Agro-Physiological responses of different peal millet (*Pennisetum glaucum* L.) cultivars to water deficit in kerman climatic conditions. *Journal of Crop Ecophysiology, 56*(4), PP.465-478 [In Persian]. **doi:10.30495/jcep.2021.679975**

Fathi, Gh., Majdom, M., Siyadat, A. and Nour Mohamadi, Gh. 1998. The effect of nitrogen content and forage cutting time on forage yield of Karun barley. *Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resources, 5*(4), PP.106-97 [In Persian]. **doi:20.1001.1.24763594.1380.5.4.8.4**

Gardner, F.P. and Wiggans, S.C. 1959. Effect of clipping and nitrogen fertilizer on forage and grain yields of spring oats. *Agronomy Journal, 51*(1), PP.566-568.

Ghafari, M., Moosavi, S., Seghatoleslami, M. and Javadi, H. 2019. Response of yields and agronomic traits of five grain millet varieties to planting date. *Journal of Crop Ecophysiology, 49*(1), PP.121-138 [In Persian]. **doi:10.30495/jcep.2019.664843**

Ghanbari, A., Ahmadian, A., Mir, B. and Arazmjo, E. 2010. Study of the effect Harvest time on quantitative and qualitative characteristics of corn (*Zea mays* L) forage. *Journal of Crop Ecophysiology, 15*(3), PP.41-54 [In Persian].

Glamoclija, D., Jankovic, S., Rakic, S., Maletic, R., Ikanovic, J. and Lakic, Z. 2011. Effects of nitrogen and harvesting time on chemical composition of biomass of Sudan grass, fodder sorghum, and their hybrid. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 35*(2), PP.127-138. **doi: 10.3906/tar-0911-58**

Golzardi, F., Nazari, Sh. and Rahjoo, V. 2019. Sorghum cultivation. ETKA Publication, Tehran, Iran [In Persian].

Gran, R. and Stock, R. 1994. Harvesting corn and sorghum for silage. University of Nebraska. Extension service. Institute of Agriculture and Natural Resources.

Jafari, R., Seyed sharif, R. and Imani, A. 2013. Effects of nitrogen and harvesting date on fertilizer use efficiency and qualitative and quantitative yield of sorghum bicolor. *Journal of Crops Improvement, 14*(2), PP.17-30 [In

Persian]. **doi:10.22059/jci.2013.29498**

Karimi, H. 1989. Crop plants. University of Tehran Press [In Persian].

Keady, T.W.J. 2005. Ensiled maize and whole crop wheat forages for beef and dairy cattle: effect on animal performance. Silage production and utilisation. In: R.S. Park, M.D. Stronge (Eds.), Proceedings of the XIV International Silage, Conference, a satellite workshop of the XXth international Grassland Congress. Wageningen Academic Publishers, the Netherlands, PP. 65-82.

Khalilian, M., Habibi, D., Golzardi, F., Aghayari, F. and Khazaei, A. 2021. Yield evaluation of promising lines of dual-purpose grain-forage sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] at different harvesting times. *Cereal Research, 11*(2), PP.135-147 [In Persian]. **doi:10.22124/cr.2021.20609.1689**

Khazaei, M., Galavi, M., Dahmarde, M., Moosavi-Nik, S., Zamani, G. and Mahdi-Nejad, N. 2016. Effect of drought stress on osmolyte accumulation, photosynthetic pigment and growth of three Foxtail Millet (*Setaria italica* L.) species. *Environmental Stresses in Crop Sciences, 9*(2), PP.149-162 [In Persian]. **doi:10.22077/escs.2016.361**

Lewis, A.L., William, J.C. and Cherney, J.H. 2004. Hybrid, maturity, and cutting height interactions on corn forage yield and quality. *Agronomy Journal, 96*(1), PP.267-274. **doi:10.2134/agronj2004.2670**

Malai, S., Banerjee, A. and Bagchi, D. 1980. Effect of nitrogen on fodder and extracted protein yield of bajra in Gangetic Alluminium soil. *Indian Journal of Agricultural Sciences, 81*, PP.85-87.

McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D. and Morgan, C.A. 1995. Animal Nutrition. 5th ed. Longman Scientific and Technical, New York.

Mohajer, S., Ghods, H., Mat Taha, R. and Talati, A. 2012. Effect of different harvest time on yield and forage quality of three varieties of common millet (*Panicum miliaceum*). *Scientific Research and Essays, 7*(34), PP.3020-3025. **doi:10.5897/SRE11.852**

Muhammad, A., Muhammad, A. N., Asif, T. and Azhar, H. 2002. Effect of different levels of nitrogen and harvesting times on the growth, yield and quality of sorghum fodder. *Asian Journal of Plant Sciences, 1*, PP.304-307. **doi: 10.3923/ajps.2002.304.307**

Nakhaei, A., Abbasi, M. and Arazmjoo, E. 2013. Evaluating yield and morphological traits response of some millet accessions to stopping off Irrigation at flowering stage. *Journal of Crop Ecophysiology, 26*(2), PP.115-128 [In Persian].

Nour Mohamadi, G., Siadat, A. and Kashani, A. 2007. Agronomy cereal crops. Shahid Chamran Ahwaz; Publications. 446p [In Persian].

Prostko, E.P., Muir, J.P. and Stokes, S.R. 1998. The influence of harvest timing on forage sorghum silage yield and quality. Cooperative Extension Texas A&M University. Research and Extension Center.

Rezazadeh, R., Hassanzadeh Khankahdani, H. and Hosseini, Y. 2019. Effect of sowing date on the yield performance of three sorghum cultivars in coastal strip of east Hormozgan. *Journal of Plant Ecophysiology, 11*(39), PP.168-179 [In Persian]. **doi:20.1001.1.20085958.1398.11.39.14.0**

Rezvani Moghaddam, P. and Nasiri Mahallati, M. 2004. Dry matter digestibility and protein contents of three

forage sorghum cultivars harvested at different dates. *Iranian Journal of Agricultural Science, 35* (4), PP.787-796 [In Persian].

Rezvani-Moghaddam, P. and Nasiri-Mahallati, M. 2000. Study of the effect of harvesting stages on nutrient, yield and planting properties of tree cultivars of forage sorghum. 6th Congress of Agronomy and Plant Breeding Science of Iran, pp: 235 [In Persian].

Ronga, D., Dal Prà, A., Immovilli, A., Ruozzi, F., Davolio, R. and Pacchioli, M.T. 2020. Effects of harvest time on the yield and quality of winter wheat hay produced in Northern Italy. *Agronomy*, *10*(6), PP.917. **doi:10.3390/agronomy10060917**

Salama, H.S.A. 2019. Yield and nutritive value of maize (*Zea mays* L.) forage as affected by plant density, sowing date and age at harvest. *Italian Journal of Agronomy, 14*(2), PP.114-122. **doi:10.4081/ija.2019.1383**

Seleiman, M. F., Selim, S., Jaakkola, S. and Mäkelä, PSA. 2017. Chemical composition and in vitro digestibility of whole-crop maize fertilized with synthetic fertilizer or digestate and harvested at two maturity stages in Boreal growing conditions. *Agricultural and Food Science, 26*(1), PP.47-55. **doi:10.23986/afsci.60068**

Sepehr, A. 1998. The effect of K, Mg and micronutrient on yield increasing and quality improving on sunflower. MS.c Thesis, Faculty of Agriculture, University of Tarbiat Modarres, Iran [In Persian].

Shedrick, R.D.1971. Traits of sorghum for forage the grass land research institute Hurley, male den heat. Berks, Technical Report.

Shoushi Dezfuli, A. and Mehrani, A. 2010. A Study of the relationships between yield and yield components in promising cultivars of Foxtail Millet (*Setaria italica*). *Iranian Journal of Field Crop Science, 41*(2), PP. 413-421 [In Persian]. **doi:20.1001.1.20084811.1389.41.2.20.1**

Snyman, L.D. and Joubert, H.W. 1996. Effect of maturity stage and method of preservation on the yield and quality of forage sorghum. *Animal Feed Sciences Technology, 57*, PP. 63 -73. **doi:10.1016/0377-8401(95)00846-2**

Tariq, M., Ayub, M., Elahi, M., Ahmad, A.H., Chaudhary, M.N. and Nadeem, M.A. 2011.Forage yield and some quality attributes of millet (*Pennisetum americannum* L.) hybrid under various regimes of nitrogen fertilization and harvesting dates. *African Journal of Agricultural Research, 6*(16), PP. 3883-3890. **doi: 10.5897/ajar11.624**

Teixeira, T.P.M., Pimentel, L.D., Dias, L.A.S., Parrella, R.A.C., Paixão, M.Q. and Biesdorf, E.M. 2017. Redefinition of sweet sorghum harvest time: New approach for sampling and decisionmaking in field. *Industrial Crops and Products, 109*, PP. 579-586. **doi:10.1016/j.indcrop.2017.09.002**

Tolera, A. and Sundstol, F. 1999. Morphological fractions of maize stover harvested at different stages of grain maturity and nutritive value of different fractions of the stover. *Animal Feed Science Technology, 81*, PP. 1-16. **doi:10.1016/s0377-8401(99)00072-3**

Twidwell, E.K., Johnson, K.D., Cherney, J.H. and Violence, J.J. 1988. Forage quality and digestion kinetics of switchgrass herbage and morphological components. *Crop Science, 28*, PP. 778-782. **doi:10.2135/cropsci1988.0011183x002800050011x**

Journal of Crop Science Research in Arid Regions/ Volume 5, Issue 2, Autumn 2023, P. 327-343

Effect of harvest time on quantitative and qualitative forage yield of lines and cultivars of foxtail millet (*Setaria italica* L.) in Birjand region

Ali Azarinasrabad[1*], Hamed Javadi[2], Reza Ataei[3]

[1] Crop and Horticultural Science Research Department, South Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Birjand, Iran

[2] Faculty of Agricultural Sciences, Payame Noor University, Birjand, Iran

[3] Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Agricultural Research, Education & Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

[*]Corresponding Author: azari_ali2003@yahoo.com

Received: 18 August 2022 Accepted: 21 November 2022 **DOI: 10.22034/CSRAR.2023.356760.1267**

Abstract

Introduction: Suitable plants for emergency feed production must have special conditions and characteristics, the most important of which are the speed of emergence and high growth rate, as well as the potential to produce forage with the right quantity and quality in the shortest possible time. Millet is one of the plants that due to its short growth period and relative resistance to drought can be used in most parts of the country that are difficult in terms of water supply or the length of the period suitable for plant growth and development and play an important role in food production for livestock and Poultry. Foxtail and common millets are the most important cultivars of this species in Iran. foxtail millet (*Setaria italica* L.) in South Khorasan province has been known as Gavars and cultivated since ancient times. Dehydration, optimal use of soil moisture, considerable tillering and compensation for possible damages, as well as its dual use as green forage and seeds are its prominent features. Harvest time and appropriate cultivar are the important factors in crop management and will lead to access the maximum quantitative and qualitative yield. The aim of this study was to evaluate the forage performance of millet lines and cultivars at different times in Birjand region.

Materials and Methods: This experiment was conducted in 2020 in Birjand Agricultural and Natural Resources Research Station, located at 20 km from Birjand-Khosf road with a latitude of 32 degrees and 53 minutes north and a longitude of 59 degrees and 13 minutes east and an altitude of 1480 meters above the sea level. The experiment was done as a split plot based on randomized complete block design with three replications. Treatments included harvest time as the main plot in four levels (50, 40, 60 and 70 days after emergence) and lines and cultivars including (promising lines KFM93-17, KFM5 and Bastan cultivar) as sub-plots. Each plot consisted of four lines of wich 50 cm between rows and 5 m long. Planting operations were carried out in early July. Harvesting was performed in different plots based on the relevant experimental treatments at 40, 50, 60 and 70 days after emergency. In order to determine some morphological traits of the plant, 5 plants from each subplot were randomly selected and plant height, number of leaves per plant, stem diameter and number of tillers per plant were measured. In order to determine the yield components including stem and leaf weight and leaf-to-stem ratio, 5 plants were harvested from the middle parts of each plot above the ground and transferred to the laboratory. To determine forage yield, plants were harvested from two rows in the middle of each plot by removing 50 cm from the beginning and end of all rows and after weighing, forage yield was calculated. In order to determine the qualitative yield, first the amount of forage nitrogen was measured by Kjeldal method and then the amount of crude protein and the yield of protein were calculated. After data collecting and performing some necessary calculations, statistical analysis was done using SAS software. To compare the means, Duncan's multiple range test at the 5% probability level was used and the required shapes were plotted by Excel software.

Results and Discussion: The results of analysis of variance showed that the effect of harvest time on green forage yield was significant at the 1% probability level, but the effect of cultivar and the interaction of harvest time and cultivar on this trait was not significant. Delay in harvest increased green forage yield. The delay from 40 to 60 and 70 days after emergency increased the yield of green forage by 2.3 and 2.5 times, respectively. Delay in harvest increased dry forage yield. The delay from

40 to 60 and 70 days increased the yield of green fodder by 2.6 and 3.6 times, respectively. In KFM5 line, the highest percentage of protein was obtained from harvest time at 50 days after emergence (15.4%) and there was no statistically significant difference between harvest time of 40 and 60 days after emergence, but with delay in harvest to 70 days protein percentage Reduced.
Conclusions: The results of this study showed that delay in harvest increased the yield and yield components of forage and forage protein yield in foxtail millet. Based on the results of this study, for the production of emergency fodder from foxtail millet in Birjand region, the cultivar Bastan can be used and harvested in 60 days after emergence.

Keywords: Bastan, Percentage of protein, Forage, Leaf to stem Ratio