

## ارزیابی عملکرد علوفه لاین‌های سورگوم علوفه‌ای در شرایط آب و هوایی کرج Evaluation of forage yield of forage sorghum lines under Karaj conditions in Iran

عزیز فومن<sup>۱</sup> و عظیم خزائی<sup>۲</sup>

### چکیده

فومن، ع. و ع. خزائی. ۱۳۹۳. ارزیابی عملکرد علوفه لاین‌های سورگوم علوفه‌ای در شرایط آب و هوایی کرج. مجله علوم زراعی ایران. ۱۶(۳): ۱۹۰-۱۸۱.

در این پژوهش ۱۵ لاین سورگوم علوفه‌ای که از برنامه‌های اصلاح سورگوم در ایران تولید شده و همگی آنها لاین خالص و از آزمایش‌های مقدماتی انتخاب شده بودند، به منظور ارزیابی عملکرد در شرایط منطقه معتدل کرج مورد بررسی قرار گرفتند. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در چهار تکرار به مدت سه سال (۸۸-۱۳۸۶) اجرا گردید. چهار صفت شامل عملکرد علوفه تر، علوفه خشک، ارتفاع بوته و تعداد پنجه در هر چین یادداشت‌برداری گردید. از همه تیمارها دو چین علوفه برداشت شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد بین سال‌ها، لاین‌ها، چین‌ها و اثر متقابل سال × لاین، لاین × چین، سال × چین و سال × لاین × چین برای همه صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. چون اثرات متقابل سال در لاین و همچنین در چین معنی‌دار بود، بنابراین داده‌های هر سال جداگانه مورد تجزیه واریانس مرکب قرار گرفتند. تعیین لاین‌های برتر بر اساس نتایج مقایسه میانگین هر سال انجام گرفت. در این آزمایش، چهار لاین KFS1، KFS3، KFS18 و KFS2 با عملکرد علوفه تر در یک فصل زراعی در مجموع دو چین با میانگین سه ساله ۱۸۲/۸، ۱۷۲/۴، ۱۴۴/۷ و ۱۴۳/۱ تن در هکتار و همچنین همین لاین‌ها به ترتیب با عملکرد علوفه خشک ۳۳/۸، ۳۰/۳، ۲۹/۱ و ۲۶/۴ تن در هکتار در شرایط آب و هوایی کرج بیشترین تولید محصول را بخود اختصاص دادند. البته لاین KFS17 با لاین KFS2 از نظر عملکرد علوفه خشک تولید برابر داشت. لاین KFS6 کمترین عملکرد علوفه تر و علوفه خشک (به ترتیب ۱۰۶/۶ و ۲۱/۸ تن در هکتار در سال) را تولید کرد. بیشترین و کمترین میانگین سه ساله ارتفاع بوته به ترتیب از لاین‌های KFS3 و KFS10 با ۱۹۵/۸ و ۱۳۸/۹ سانتی‌متر بدست آمد. بیشترین و کمترین تعداد پنجه به ترتیب از لاین‌های KFS10 و KFS1 با ۳/۰ و ۲/۲ عدد به دست آمد. این لاین‌ها بعد از تکمیل آزمایشات به زراعی می‌تواند در اختیار بهره‌برداران قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع بوته، چین برداری، لاین خالص، سورگوم و عملکرد علوفه.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۷/۰۲  
این مقاله مستخرج از نتایج پروژه ۸۶۱۷۱ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر می باشد  
۱- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: a\_fouman@yahoo.com)  
۲- مربی پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

## مقدمه

سورگوم ۱۰-۲ درصد دگرگشتی دارد (میزان دگرگشتی در نوع علفی بیشتر از نوع دانه‌ای است)، بنابراین سورگوم جزء گیاهان خودگشن به حساب می‌آید و تا زمان کشف صفت نر عقیمی سیتوپلاسمی و تولید بذر هیبرید فقط به صورت لاین‌ها خالص کشت می‌گردید. صفت نر عقیمی سیتوپلاسمی توسط دو محقق به نام‌های استفتز و هلند در سورگوم کشف گردید و تولید بذر هیبرید سورگوم به کمک کثونی و شرتز به عرصه تولید رسید (Quinby and Schertz, 1970).

با توجه به کمبود علوفه جهت تولید فرآورده‌های دامی در ایران، لازم است گیاهان علوفه‌ای با ظرفیت تولید بالا و کیفیت مطلوب کشت شوند. در این میان سورگوم علوفه‌ای نسبت به گیاهان مشابه از ظرفیت تولید بیشتری برخوردار بوده و گرچه عملکرد آن مثل بیشتر گیاهان زراعی تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد ولی سازگاری خوب آن با شرایط اقلیم‌های مختلف، تعدد چین‌برداری و نحوه مصارف گوناگون مورد توجه قرار گرفته است. سورگوم در ایران نیز همانند دنیا به دو صورت لاین‌ها خالص و واریته‌های هیبرید کشت می‌شود (Poehlman, House, 1985; 1987). با شروع تحقیقات سورگوم در ایران، لاین‌های خالص در کشور تولید گردید و در برنامه‌های اصلاح سورگوم از جمله ایجاد لاین‌ها خالص و واریته‌های هیبرید مورد استفاد قرار گرفت (Fouman et al., 2003). کلیه لاین‌ها خالص سورگوم علوفه‌ای موجود در این تحقیق حاصل تحقیقات فوق‌الذکر است. کسرابی و همکاران (Kasraie et al., 2001) با ارزیابی هفت لاین سورگوم علوفه‌ای در کرج گزارش نمودند که لاین KFS3 با تولید علوفه تر و خشک به ترتیب ۱۲۳ و ۲۹/۴۴ تن در هکتار بیشترین و لاین LFS59 (خالص‌سازی شده از توده‌های بومی) با ۷۱/۳۹ و ۱۹/۶۷ تن در هکتار کمترین عملکرد را داشتند. مقایسه عملکرد هشت واریته هیبرید سورگوم

تحقیقات سورگوم در اواسط قرن بیستم به صورت پراکنده در برخی کشورهای جهان شروع شد و در سال ۱۹۷۲ میلادی با تأسیس مؤسسه تحقیقات بین‌المللی ایکریسات بعد جهانی به خود گرفت. در ایران تحقیقات به نژادی سورگوم از سال ۱۳۶۵ هجری شمسی آغاز شد. با توجه به کمبود علوفه در ایران و ظرفیت تولید بالای سورگوم و سازگاری آن با اقلیم ایران، ایجاد می‌کند تا واریته‌های سازگار با شرایط آب و هوایی ایران در داخل کشور اصلاح شود (Fouman, 2010). تا کنون، تعداد زیادی لاین خالص سورگوم دانه‌ای، علوفه‌ای و دو منظوره در شرایط آب و هوایی کرج تولید شده است (Fouman, 2010). سورگوم از قدیم‌الایام در ایران وجود داشته که توده‌های بومی آن مؤید این گفته است در خاورمیانه بعد از کشور یمن، بیشترین توده بومی از ایران (۴۲۱ توده) جمع‌آوری شده است (Dahlberg and Spinks, 1995). اولین بار ایرانیان باستان شیره سورگوم (*Sorghum saccharatum*) را به منظور تهیه شکر مورد استفاده قرار دادند (Shammaa and Saedi, 1987). سورگوم در ایران در مناطق سیستان، بلوچستان، کرمان، اصفهان، مناطق گرم استان فارس، گیلان، مازنداران و بنادر جنوبی بصورت پراکنده کشت می‌شود (Shammaa and Saedi, 1987; Karimi, 1997).

سورگوم *Sorghum bicolor* (L.) Moench از نظر اهمیت در بین غلات در دنیا بعد از گندم، برنج، ذرت و جو در مقام پنجم قرار دارد (House, 1985). سطح زیرکشت سورگوم در جهان قریب به ۴۲/۳۴ میلیون هکتار است که ۹۰ درصد این سطح زیرکشت را لاین‌ها و واریته‌های سورگوم دانه‌ای بخود اختصاص داده است. بنابراین سورگوم در دنیا در درجه اول بعنوان یک غله مطرح است. هندوستان با سطح زیرکشت ۷/۴ میلیون هکتار در مقام اول قرار دارد (FAO, 2011).

استفاده بهره برداران این گیاه با ارزش زراعی می‌باشد. از طرف دیگر این لاین‌ها که در سال‌های اخیر در ایران اصلاح و بعد از بررسی مقدماتی از بین ده‌ها لاین و لاین، با توجه به برخی صفات با تکیه بر محصول نهائی انتخاب شده‌اند، برای سایر پژوهشگران و علاقه‌مندان این گیاه جهت تحقیقات مختلف قابل استفاده خواهد بود.

### مواد و روش‌ها

محل اجرای آزمایش مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج با ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریا بین ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرار گرفته است. میزان متوسط بارندگی سالیانه ۲۷۵ میلی‌متر بوده که با زمستان‌های سرد، جزء مناطق سرد کم‌باران به شمار می‌رود. نوع خاک مزرعه آزمایشی رسی-شنی و سال قبل از آزمایش آیش و در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر، اسیدیته خاک ۷/۵، هدایت الکتریکی آن ۰/۷۵ دسی‌زیمنس بر متر، کربنات کلسیم ۹ درصد، کربن آلی ۰/۵ درصد، نیتروژن کل ۰/۰۵ درصد، فسفر قابل جذب ۸/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم و پتاسیم قابل جذب ۲۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده است.

در این تحقیق ۱۵ لاین سورگوم علوفه‌ای که از برنامه اصلاح سورگوم در ایران به روش شجره‌ای تولید شده‌اند و همگی لاین خالص بوده و از آزمایش مقدماتی انتخاب شده بودند (جدول ۱)، با استفاده از طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار به مدت سه سال (۸۸-۱۳۸۶) مورد بررسی و مقایسه عملکرد قرار گرفتند. همه ساله قطعه زمینی در پاییز شخم عمیق زده شد و کود فسفات آمونیوم بر اساس نتایج آزمون خاک، ۱۱۵ کیلوگرم  $P_2O_5$  و در مجموع ۱۸۳ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع کود اوره در چهار نوبت: همراه با کود فسفات آمونیوم، قبل از کاشت، سرک و بعد از چین اول و بطور مساوی به آن

علوفه‌ای در منطقه اصفهان نشان داد که وارسته نکتار با تولید ۲۳۳ تن در هکتار بیشترین و وارسته چابر با ۱۳۰/۳۵ تن در هکتار کمترین عملکرد علوفه تر را داشتند. در این آزمایش وارسته سویت جامبو بالاترین عملکرد علوفه خشک (۳۶/۲۹ تن در هکتار) را به خود اختصاص داد (Mokhtarzadeh, 2003). پایوجا و همکاران (Pahuja et al., 2002) ۱۸ وارسته سورگوم علوفه‌ای را با دو شاهد در هندوستان از نظر عملکرد و صفات ظاهری مورد بررسی قرار دادند و از همه آنها دو چین علوفه برداشت کردند. وارسته HH2 با عملکرد علوفه تر و خشک به ترتیب ۶۹ و ۱۸/۶۳ تن در هکتار با هر دو شاهد اختلاف معنی‌دار داشته و بیشترین تولید را دارا بود. چین اول این آزمایش عملکرد علوفه بیشتری نسبت به چین دوم نشان داد و رشد چین دوم سریع‌تر از چین اول بود. بیشترین ارتفاع بوته با ۲۰۰ سانتی‌متر به وارسته شاهد (PCH106) و کمترین آن با ۱۳۱/۷ سانتی‌متر به وارسته HH94 تعلق داشت. بیشترین تعداد پنجه (۲/۷۸ پنجه) به وارسته HH86 و کمترین آن (۱/۴۴ پنجه) به وارسته HH87 تعلق گرفت. در هندوستان سورگوم‌هایی را برای تولید علوفه در نظر می‌گیرند که تعداد پنجه، نسبت برگ به ساقه، علوفه تر، علوفه خشک و پروتئین بیشتری داشته باشند (Lodhi et al., 1994). ارزیابی ۱۰ لاین خالص سورگوم علوفه‌ای در کرج نشان داد که تعداد پنجه در چین اول کمتر از چین دوم بود. لاین R1 در چین اول و دوم به ترتیب ۴/۵ و ۹ عدد پنجه تولید کرد. بر عکس آن صفت، قطر ساقه در چین اول بیشتر از چین دوم بود. قطر ساقه لاین A2 در چین اول و دوم به ترتیب ۱۹/۹۳ و ۱۱/۱۷ میلی‌متر بود. این دو مورد یعنی افزایش تعداد پنجه و کاهش قطر ساقه بر اثر چین‌برداری اتفاق می‌افتد (Fouman, 2000).

هدف این تحقیق، ارزیابی لاین‌ها جدید سورگوم علوفه‌ای اصلاح شده در ایران در شرایط آب و هوایی منطقه معتدل کرج، به منظور تعیین بهترین آنها جهت

جدول ۱- اسامی و والدین لاین‌ها جدید سورگوم علوفه‌ای اصلاح شده مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Name and parents of new improved forage sorghum cultivars used in the experiment

| ردیف<br>No. | لاین<br>Cultivar | والدین<br>Parents    | ردیف<br>No. | لاین<br>Cultivar | والدین<br>Parents |
|-------------|------------------|----------------------|-------------|------------------|-------------------|
| 1           | KFS*1            | Sugar graze ⊗**      | 9           | KFS11            | N.K.725 x KR2     |
| 2           | KFS2             | As9 x LFS***56       | 10          | KFS12            | F1104 x unknown   |
| 3           | KFS3             | Early orange x LFS56 | 11          | KFS13            | Goldmine ⊗        |
| 4           | KFS6             | Early orange x LFS45 | 12          | KFS15            | Pacific810 x 172R |
| 5           | KFS7             | ICSV-272 x LFS56     | 13          | KFS16            | N.K.2776w x KR1   |
| 6           | KFS8             | AICSV11 x K1         | 14          | KFS17            | 54A x K1          |
| 7           | KFS9             | Hay grazer x 117R    | 15          | KFS18            | 54A x K3          |
| 8           | KFS10            | Grazer x unknown     | -----       | -----            | -----             |

\*KFS= سورگوم علوفه‌ای تولیدی کرج

\*\*⊗= خودگشنی

\*\*\*LFS= سورگوم علوفه‌ای محلی

\*KFS=Karaj Forage Sorghum,

\*\*⊗=Selfing

\*\*\*LFS= Local Forage Sorghum

نمونه دو کیلوگرمی به طور تصادفی جهت تعیین وزن خشک انتخاب شد. نمونه دو کیلوگرمی در دستگاه خشک کن در درجه حرارت ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت تا به اندازه علوفه انباری (۱۲ درصد رطوبت) خشک شدند. در پایان سال سوم داده‌های جمع آوری شده مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت تا بهترین لاین یا لاین‌ها تعیین گردد. آزمون یکنواختی داده‌ها به روش هارتلی، تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار C MSTAT انجام و میانگین‌ها به روش دانکن (DMRT) مقایسه شدند.

### نتایج و بحث

ابتدا با استفاده از آزمون F ماکس هارتلی، یکنواختی واریانس خطای آزمایشی ارزیابی گردید که برای همه صفات مورد بررسی F max هارتلی معنی‌دار نبود و داده‌ها یکنواخت ارزیابی گردیدند (جدول ۲). با توجه به دو نوبت چین برداری در هر سال، داده‌ها در قالب آزمایش کرت‌های خرد شده در زمان تجزیه شدند. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های عملکرد علوفه تر، خشک، ارتفاع بوته و تعداد پنجه لاین‌ها مورد بررسی در سال‌های مختلف اجرای تحقیق نشان داد که بین سال‌ها، لاین‌ها، چین‌ها و اثرات متقابل سال × لاین، سال × چین، لاین × چین و سال × لاین × چین برای همه صفات مورد بررسی در سطح یک

داده شد. سایر عملیات تهیه بستر بذر در بهار سال بعد با مساعد شدن هوا انجام گرفت. سپس پشته‌های به فاصله ۶۰ سانتی متر از یکدیگر ایجاد گردید و کاشت زمانی انجام گرفت که درجه حرارت خاک به ۱۲ سانتی گراد رسیده بود. هر لاین در هر تکرار در ۴ خط به طول ۶/۵ متر به صورت سری کشت گردید که بعد از سبز شدن و در مرحله ۶-۴ برگی طوری تنک شد که فاصله بوته‌ها در روی ردیف به ۶ سانتی متر رسید. بنابراین در روی هر خط ۶/۵ متری ۱۱۰ بوته برای همه لاین‌ها به طور یکسان باقی ماند. آبیاری در دور ۱۰-۷ روز یکبار به صورت نشتی انجام گرفت.

صفات گیاهی از قبیل تعداد پنجه و ارتفاع بوته هر کدام به موقع (قبل از چین برداری) یادداشت برداری شدند. برای صفات تعداد پنجه و ارتفاع بوته، تعداد ۱۰ بوته در هر تکرار بطور تصادفی انتخاب و این صفات یادداشت برداری شدند. برداشت زمانی شروع شد که ارتفاع بوته‌ها به ۲-۱/۷ متر رسیده بودند. برای اینکه رشد بعدی به راحتی امکان پذیر باشد برداشت بوته‌ها از ۱۵-۱۰ سانتی متری سطح زمین انجام گرفت. برداشت از دو خط وسط با حذف ۲۵ سانتی متر از طرفین هر خط انجام گرفت و دو خط کناری به عنوان حاشیه حذف شدند. بنابراین برداشت از سطح ۷/۲ مترمربع به عمل آمد و علوفه برداشت شده بلافاصله توزین گردید. از علوفه خط وسطی برای هر لاین در هر تکرار یک

جدول ۲- آزمون F ماکس هارتلی برای ارزیابی یکنواختی واریانس خطای آزمایشی، لاین‌ها جدید سورگوم علوفه‌ای اصلاح شده در شرایط آب و هوایی کرج

Table 2. F max of Hartley's homogeneity of variance test of new improved forage sorghum cultivars in

| Karaj condition         |                   |                          |                         |                             |                              |
|-------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| سال<br>Year (Y)         | درجه آزادی<br>d.f | میانگین مربعات (MS)      |                         |                             |                              |
|                         |                   | علوفه تر<br>Fresh fodder | علوفه خشک<br>Dry matter | ارتفاع بوته<br>Plant height | تعداد پنجه<br>No. of tillers |
| سال اول Y1              | 42                | 14.674                   | 1.000                   | 16.210                      | 0.127                        |
| سال دوم Y2              | 42                | 12.761                   | 0.628                   | 20.394                      | 0.100                        |
| سال سوم Y3              | 42                | 11.134                   | 0.919                   | 27.733                      | 0.070                        |
| F max*                  |                   | 1.318 <sup>ns</sup>      | 1.592 <sup>ns</sup>     | 1.711 <sup>ns</sup>         | 1.814 <sup>ns</sup>          |
| *F max= MSe max/MSe min |                   | F $\alpha=0.01$ = 3.6    |                         | ns: غیر معنی دار            |                              |
| ns: Not significant     |                   |                          |                         |                             |                              |

ترتیب KFS3، KFS18، KFS2 و KFS1 بیشترین عملکرد علوفه خشک را با ۱۸/۱۷، ۱۵/۰۶، ۱۴/۷۲ و ۱۴/۱۰ تن در هکتار بخود اختصاص دادند (جدول ۳). کمترین میانگین عملکرد علوفه تر و خشک را به ترتیب لاین‌ها KFS6 و KFS7 به ترتیب با ۵۵/۹۰ و ۱۱/۱۵ تن در هکتار تولید کردند و تعدادی از لاین‌ها نیز با آنها در یک گروه قرار گرفتند (مجموع عملکرد دو چین علوفه تر و خشک در یک فصل زراعی درج شده است). بیشترین میانگین ارتفاع بوته با ۲۱۴/۳، ۲۱۱/۰، ۲۰۷/۴ و ۲۰۶/۳ سانتی متر به ترتیب به ارقام KFS3، KFS2، KFS18، KFS7 و KFS1 تعلق گرفت. کمترین میانگین ارتفاع بوته را لاین KFS10 با ۱۴۷/۰ سانتی متر دارا بود. بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک در این آزمایش با گزارش مختارزاده (Mokhtarzadeh, 2003) و لودهی و همکاران (Lodhi *et al.*, 1994) مطابقت داشت.

بیشترین و کمترین میانگین تعداد پنجه را لاین‌ها KFS10 و KFS1 به ترتیب با ۳/۵۴۱ و ۲/۰۸۲ عدد به خود اختصاص دادند. چون تعداد پنجه از میانگین پنجه در چین اول و دوم به دست آمده است و به علت تحریک پنجه دهی بر اثر چین برداری در اکثریت قریب به اتفاق لاین‌ها، این میانگین‌ها اختلاف زیادی نشان ندادند، ولی زمانی که تعداد پنجه در چین‌های

درصد اختلاف معنی دار وجود داشت. این موضوع نشان می‌دهد که صفات مورد بررسی سورگوم تحت تاثیر شرایط آب و هوایی قرار می‌گیرد. پژوهشگران زیادی از جمله هاوس (House, 1985) و پولمن (Poehlman, 1987) نیز تاثیر پذیری رشد و نمو سورگوم از شرایط محیطی را گزارش کرده‌اند. چون اثرات متقابل سال در لاین و حتی سال در چین معنی دار بود، بنابراین داده‌های هر سال جداگانه مورد تجزیه واریانس مرکب قرار گرفت و به عبارت دیگر عمل برش دهی در سال‌ها صورت گرفت و تعیین لاین‌ها برتر بر اساس نتایج مقایسه میانگین هر سال به صورت جداگانه انجام گرفت (جدول‌های ۳، ۴ و ۵).

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های عملکرد علوفه تر، خشک، ارتفاع بوته و تعداد پنجه لاین‌ها مورد بررسی در سال اول اجرای تحقیق نشان داد که بین لاین‌ها، چین‌ها (بجز ارتفاع بوته) و اثر متقابل لاین × چین برای همه صفات مورد بررسی در سطح یک درصد اختلاف معنی دار وجود داشت. مقایسه میانگین تیمارها و صفات مورد بررسی لاین‌ها سورگوم علوفه‌ای در سال اول آزمایش نشان داد که بیشترین میانگین عملکرد علوفه تر به ترتیب مربوط به لاین‌ها KFS3، KFS1 و KFS2 با ۹۹/۱۳، ۸۶/۳۹، ۷۹/۲۰ و ۷۵/۹۷ تن در هکتار بوده و همچنین این لاین‌ها و به

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی لاین‌ها سورگوم علوفه‌ای در سال اول (۱۳۸۶)

Table 3. Mean comparison of plant characteristics of forage sorghum cultivars during first year (2007)

| صفات<br>Plant characteristics           | علوفه تر<br>Fresh fodder<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | علوفه خشک<br>Dry matter<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | ارتفاع بوته<br>Plant height<br>(cm) | تعداد پنجه<br>No. of tillers |
|---|---|--|-------------------------------------|------------------------------|
| لاین‌ها سورگوم<br>Sorghum cultivars (V) |   |  |                                     |                              |
| KFS1(V1)                                | 86.39b  | 14.10bcd   | 206.3a                              | 2.082d                       |
| KFS2(V2)                                | 79.20c  | 14.72bc  | 214.3a                              | 2.526cd                      |
| KFS3(V3)                                | 99.13a  | 18.17a   | 215.5a                              | 2.348cd                      |
| KFS6(V4)                                | 55.90h  | 11.65fg  | 156.3ef                             | 2.612bc                      |
| KFS7(V5)                                | 67.69efg  | 11.15g   | 184.0c                              | 2.376cd                      |
| KFS8(V6)                                | 72.88cde  | 12.73def   | 190.0bc                             | 2.501cd                      |
| KFS9(V7)                                | 59.95gh   | 12.14efg   | 159.5de                             | 3.058b                       |
| KFS10(V8)                               | 60.02gh   | 11.76fg  | 147.0f                              | 3.541a                       |
| KFS11(V9)                               | 62.05fgh  | 12.62ef  | 167.5d                              | 2.568bcd                     |
| KFS12(V10)                              | 66.02efg  | 13.26de  | 194.6b                              | 2.671bc                      |
| KFS13(V11)                              | 65.33efg  | 12.89def   | 183.4c                              | 2.503cd                      |
| KFS15(V12)                              | 63.11fgh  | 11.72fg  | 185.3bc                             | 2.850bc                      |
| KFS16(V13)                              | 62.34fgh  | 12.92def   | 181.0c                              | 2.439cd                      |
| KFS17(V14)                              | 69.39def  | 13.51cde   | 207.4a                              | 2.834bc                      |
| KFS18(V15)                              | 75.97cd   | 15.06b   | 211.0a                              | 2.832bc                      |
| چین (C)<br>Cutting(C)                   |   |  |                                     |                              |
| چین اول C1                              | 84.97a  | 15.05a   | 187.1a                              | 1.324b                       |
| چین دوم C2                              | 52.06b  | 12.49b   | 139.2b                              | 3.408a                       |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی داری ندارند. Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات گیاهی لاین‌ها سورگوم علوفه‌ای در سال دوم (۱۳۸۷)

Table 4. Mean comparison of plant characteristics of forage sorghum cultivars second year (2008)

| صفات<br>Plant characteristics           | علوفه تر<br>Fresh fodder<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | علوفه خشک<br>Dry matter<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | ارتفاع بوته<br>Plant height<br>(cm) | تعداد پنجه<br>No. of tillers |
|---|---|--|-------------------------------------|------------------------------|
| لاین‌ها سورگوم<br>Sorghum cultivars (V) |   |  |                                     |                              |
| KFS1(V1)                                | 79.43a  | 14.11a   | 179.4a                              | 2.526ab                      |
| KFS2(V2)                                | 59.83c  | 10.35cde   | 177.5a                              | 2.277b                       |
| KFS3(V3)                                | 82.36a  | 15.03a   | 181.3a                              | 2.504ab                      |
| KFS6(V4)                                | 48.19g  | 9.561e   | 149.4ef                             | 2.425ab                      |
| KFS7(V5)                                | 59.55c  | 10.40cde   | 154.1de                             | 2.410ab                      |
| KFS8(V6)                                | 56.67cd   | 10.09de  | 152.1de                             | 2.050b                       |
| KFS9(V7)                                | 52.67defg   | 10.66cde   | 141.6g                              | 2.273b                       |
| KFS10(V8)                               | 53.47def  | 9.922de  | 137.3g                              | 2.789a                       |
| KFS11(V9)                               | 48.35fg   | 9.729de  | 143.3fg                             | 2.068b                       |
| KFS12(V10)                              | 56.25cd   | 10.78cd  | 1621bc                              | 2.326ab                      |
| KFS13(V11)                              | 53.42def  | 10.06de  | 157.0cde                            | 2.240b                       |
| KFS15(V12)                              | 53.73de   | 9.911de  | 165.8b                              | 2.402ab                      |
| KFS16(V13)                              | 49.39efg  | 9.741de  | 158.3bcd                            | 2.280b                       |
| KFS17(V14)                              | 56.74cd   | 11.23c   | 181.8a                              | 2.247b                       |
| KFS18(V15)                              | 65.31b  | 12.58b   | 182.0a                              | 2.371ab                      |
| چین (C)<br>Cutting(C)                   |   |  |                                     |                              |
| چین اول C1                              | 62.91a  | 11.31a   | 177.2a                              | 1.171b                       |
| چین دوم C2                              | 53.80b  | 10.57b   | 145.8b                              | 3.521a                       |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی داری ندارند. Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات گیاهی لاین‌ها سورگوم علوفه‌ای در سال سوم (۱۳۸۸)

Table 5. Mean comparison of plant characteristics of forage sorghum cultivars third year (2009)

| صفات<br>Plant characteristics           | علوفه تر<br>Fresh fodder<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | علوفه خشک<br>Dry matter<br>(t.ha <sup>-1</sup> ) | ارتفاع بوته<br>Plant height<br>(cm) | تعداد پنجه<br>No. of tillers |
|---|---|--|-------------------------------------|------------------------------|
| لاین‌ها سورگوم<br>Sorghum cultivars (V) |   |  |                                     |                              |
| KFS1(V1)                                | 92.90a  | 17.29a   | 189.5abc                            | 1.849e                       |
| KFS2(V2)                                | 75.57b  | 14.58bc  | 192.8a                              | 2.122de                      |
| KFS3(V3)                                | 92.71a  | 17.53a   | 190.5ab                             | 2.313bcd                     |
| KFS6(V4)                                | 55.94ef   | 11.57de  | 138.5gh                             | 2.372abcd                    |
| KFS7(V5)                                | 75.28b  | 14.64bc  | 159.6e                              | 2.406abcd                    |
| KFS8(V6)                                | 61.27def  | 10.99e   | 143.9fg                             | 2.128de                      |
| KFS9(V7)                                | 55.03f  | 11.81de  | 129.6i                              | 2.324abcd                    |
| KFS10(V8)                               | 59.48ef   | 12.27de  | 132.4hi                             | 2.661ab                      |
| KFS11(V9)                               | 57.78ef   | 11.66de  | 146.4f                              | 2.205cd                      |
| KFS12(V10)                              | 68.40bcd  | 14.41bc  | 174.1d                              | 2.411abcd                    |
| KFS13(V11)                              | 62.22def  | 12.38de  | 153.8e                              | 2.674a                       |
| KFS15(V12)                              | 63.33cde  | 13.18cd  | 171.5d                              | 2.418abcd                    |
| KFS16(V13)                              | 62.08def  | 13.30cd  | 157.3e                              | 2.412abcd                    |
| KFS17(V14)                              | 69.90bc   | 14.91bc  | 183.1c                              | 2.669ab                      |
| KFS18(V15)                              | 75.80b  | 15.95ab  | 184.8bc                             | 2.525abc                     |
| چین (C) Cutting                         |   |  |                                     |                              |
| چین اول C1                              | 72.32a  | 13.64a   | 186.4a                              | 1.345b                       |
| چین دوم C2                              | 67.06b  | 12.82b   | 187.3a                              | 3.954a                       |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی داری ندارند. Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

که بیشترین میانگین عملکرد علوفه تر به ترتیب مربوط به لاین‌ها KFS1، KFS3، KFS18 و KFS1 با ۸۲/۳۶، ۷۹/۴۳ و ۶۵/۳۱ تن در هکتار بوده و همچنین این لاین‌ها و به همان ترتیب بیشترین عملکرد علوفه خشک را با ۱۵/۰۳، ۱۴/۱۱ و ۱۲/۵۸ تن در هکتار بخود اختصاص دادند (جدول ۴). کمترین میانگین عملکرد علوفه تر و خشک را لاین KFS6 به ترتیب با ۴۸/۱۹ و ۹/۵۶ تن در هکتار تولید کرد و تعدادی لاین‌ها نیز با آن در یک گروه قرار گرفتند. بیشترین میانگین ارتفاع بوته با ۱۸۲/۰، ۱۸۱/۸، ۱۸۱/۳، ۱۷۹/۴ و ۱۷۷/۵ سانتی متر به ترتیب به لاین‌ها KFS18، KFS7، KFS3، KFS1 و KFS1 ترتیب گرفت. کمترین میانگین ارتفاع بوته را لاین KFS10 با ۱۳۷/۳ سانتی متر دارا بود. بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک در این آزمایش با گزارش مختارزاده (Mokhtarzadeh, 2003) و لودهی و

مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد این تفاوت بطور واضح خود را نشان می‌دهد. مقایسه میانگین چین‌ها نشان داد که همه صفات مورد بررسی بجز تعداد پنجه در چین اول در گروه اول قرار گرفت و افزایش تعداد پنجه بر اثر چین برداری اتفاق می‌افتد. این موضوع با نتایج پژوهش تعدادی از محققین از جمله پایوجا و همکاران (Pahuja et al., 2002) و فومن (Fouman, 2000) مطابقت دارد.

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های صفات مورد بررسی در سال دوم تحقیق نشان داد که بین لاین‌ها، چین‌ها و اثر متقابل لاین × چین (بجز برای تعداد بوته در سطح احتمال پنج درصد) برای همه صفات مورد بررسی در سطح یک درصد اختلاف معنی دار وجود داشت. مقایسه میانگین تیمارها و صفات مورد بررسی لاین‌ها سورگوم علوفه‌ای در سال دوم پژوهش نشان داد

داشت. بیشترین و کمترین میانگین تعداد پنجه را لاین‌ها KFS13 و KFS1 به ترتیب با ۲/۶۷۴ و ۱/۸۴۹ عدد به خود اختصاص دادند. مقایسه میانگین چین‌ها نشان داد که همه صفات مورد بررسی بجز تعداد پنجه در چین اول در گروه اول قرار گرفته و افزایش تعداد پنجه بر اثر چین‌برداری اتفاق می‌افتد. این موضوع با نتایج پژوهش تعدادی از محققین از جمله پایوجا و همکاران (Pahuja *et al.*, 2002) و فومن (Fouman, 2000) مطابقت دارد.

در نهایت، با توجه به هدف اصلی این پژوهش، چهار لاین KFS1، KFS3، KFS18 و KFS2 با عملکرد علوفه تر در یک فصل زراعی در مجموع دو چین با میانگین سه ساله ۱۸۲/۸۰، ۱۷۲/۴۸، ۱۴۴/۷۲ و ۱۴۳/۰۶ تن در هکتار و همچنین این لاین‌ها و با همین ترتیب بیشترین عملکرد علوفه خشک را با ۳۳/۸۲، ۳۰/۳۴، ۲۹/۰۶ و ۲۶/۴۴ تن در هکتار در شرایط آب و هوایی کرج بخود اختصاص دادند. البته لاین KFS17 با لاین KFS2 از نظر عملکرد علوفه خشک تولید برابر داشت. بیشترین و کمترین میانگین سه ساله ارتفاع بوته به ترتیب از لاین‌ها KFS3 و KFS10 با ۱۹۵/۸ و ۱۳۸/۹ سانتی متر بدست آمد. لاین KFS6 کمترین عملکرد علوفه تر و علوفه خشک (به ترتیب ۱۰۶/۶۸ و ۲۱/۸۶ تن در هکتار) را تولید کرد. بیشترین و کمترین تعداد پنجه به ترتیب از لاین‌ها KFS10 و KFS1 با ۳/۰ و ۲/۲ پنجه به دست آمد. این لاین‌ها بعد از تکمیل آزمایشات به زراعی و تولید بذر با معرفی از طریق سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی می‌تواند در اختیار بهره‌برداران قرار بگیرد. از طرف دیگر این ۱۵ لاین که در سال‌های اخیر در ایران اصلاح و بعد از بررسی مقدماتی از بین ده‌ها لاین و لاین انتخاب شده‌اند، برای سایر پژوهشگران و علاقه‌مندان این گیاه جهت تحقیقات مختلف معرفی می‌گردد.

همکاران (Lodhi *et al.*, 1994) مطابقت داشت. بیشترین و کمترین میانگین تعداد پنجه را لاین‌ها KFS10 و KFS8 به ترتیب با ۲/۷۸۹ و ۲/۰۵۰ عدد به خود اختصاص دادند. مقایسه میانگین چین‌ها بار دیگر نشان داد همه صفات مورد بررسی بجز تعداد پنجه در چین اول در گروه اول قرار گرفت و فقط تعداد پنجه در چین دوم در گروه اول قرار داشت.

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های عملکرد علوفه تر، خشک، ارتفاع بوته و تعداد پنجه لاین‌ها مورد بررسی در سال سوم این پژوهش نشان داد که بین لاین‌ها، چین‌ها و اثر متقابل لاین × چین برای همه صفات مورد بررسی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. مقایسه میانگین تیمارها و صفات مورد بررسی لاین‌ها سورگوم علوفه‌ای در سال سوم آزمایش نشان داد که بیشترین میانگین عملکرد علوفه تر به ترتیب مربوط به لاین‌ها KFS1، KFS3، KFS18، KFS2، KFS7، KFS17 و KFS12 با ۹۲/۷۱، ۹۲/۹۰، ۷۵/۸۰، ۷۵/۵۷، ۷۵/۲۸، ۶۹/۹۰ و ۶۸/۴۰ تن در هکتار تولید بوده و همچنین این لاین‌ها به ترتیب KFS3، KFS1، KFS18، KFS17، KFS7، KFS2 و KFS12 با ۱۷/۵۷، ۱۷/۲۹، ۱۵/۵۹، ۱۴/۹۱، ۱۴/۶۴، ۱۴/۵۸ و ۱۴/۴۱ تن در هکتار بیشترین عملکرد علوفه خشک را دارا بودند (جدول ۵). کمترین میانگین عملکرد علوفه تر و خشک را به ترتیب لاین‌ها KFS9 و KFS8 به ترتیب با ۵۵/۰۳ و ۱۰/۹۹ تن در هکتار تولید کردند و تعدادی از لاین‌ها نیز با آن‌ها در یک گروه قرار داشتند. بیشترین میانگین ارتفاع بوته با ۱۹۲/۸، ۱۹۰/۵، ۱۸۹/۵ و ۱۸۴/۸ سانتی متر به ترتیب به ارقام KFS2، KFS3، KFS1 و KFS18 تعلق گرفت. کمترین میانگین ارتفاع بوته را لاین KFS9 با ۱۲۹/۶ سانتی متر دارا بود. بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک در این آزمایش با گزارش مختارزاده (Mokhtarzadeh, 2003) و لودهی و همکاران (Lodhi *et al.*, 1994) مطابقت



References

- Bean , B., S. Winter, D. Pietsch, R. Cassens, M. Rowland and R. Vanmeter. 2000.** Forage sorghum variety trial . Result Demonstration Report. Texas, U.S.A.
- Dahlberg, J. A. and M. S. Spinks. 1995.** Current Status of the U. S Sorghum Germplasm Collection. International Sorghum and Millet Newsletter. No. 36 (4-12).
- Food and Agricultural Organization (FAO). 2011.** FAO Database, [Onelione]. Available at, <http://faostat.fao.org>.
- Fouman, A. 2000.** Study and evaluation of combining ability of forage sorghum lines. Final report of project, registration No. 79/618 in Agricultural Research, Education and Extension Organization, Seed and Plant Improvement Institute Publications, Karaj, Iran. (In Persian with English abstract).
- Fouman, A., M. R. Ghannadha and A. Moghaddam. 2003.** Evaluation of combining ability of sorghum lines for improving hybrid cultivars. Seed Plant J. 19(2): 137- 154. (In Persian with English abstract).
- Fouman, A. 2010.** Plant Breeding and Production. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran. 129 pp. (In Persian).
- House, L. R. 1985.** A Guide to Sorghum Breeding. ICRISAT, Patancharu, Andhra Pradesh 502324, India.
- Karimi, H. 1997.** Forage crops, breeding and cultivation. Third edition, Tehran University Press. 413 pp. (In Persian).
- Kasraie, P., Gh.Nourmohammadi, S. J. Shahmoradi and A. Fouman Ajirlou. 2001.** Evaluation of seed vigour in seven lines of forage sorghum. J. Agric. Sci. 7(2), 43-60. (In Persian with English abstract).
- Lodhi, G. P., R. P. S. Grewal and S. K. Pahuja. 1994.** Forage sorghum hybrid. Paper presented at Annual all Indian Group Meeting, all India Sorghum Coordinator Project, G. B. Pant University of Agriculture and Technology, Pantnagar, 8-10 April, 1994.
- Mokhtarzadeh, A. A. 2003.** Yield trial in new forage sorghum varieties at Isfahan coundition. In: Proceedings of 8<sup>th</sup> Iranian Crops Sciences Congress, 25-27 Aug. 2003, University of Gilan, Rasht, Iran. (In Persian).
- Pahuja, S. K., R. P. S. Grewal, N. Singh, P. Singh, Y. Jindal and S. R. Pundir. 2002.** Evaluation of forage sorghum hybrids for yield and morphological traits. International Sorghum and Millets Newsletter, ISMN. 43: 42-45.
- Poehlman, J. M. 1987.** Breeding Field Crops.( 3rh Ed.). Van Nostrand Reinhold, New York, U.S.A.
- Quinby, J.R., and K.F. Schertz. 1970.** Sorghum Genetic Breeding and Hybrid Seed Production. PP. 73-117. In Sorghum Production and Utilization. S. S. Wall and W. M. Ross (Eds.). West Port, Connection, U.S.A: AVI Publishing Co.
- Shammaa, M. and H. Saedi. 1987.** Poisoning plants and their toxicity effects in animals, (4rh Ed.) Tehran University Press, Pp. 320. (In Persian).

## Evaluation of forage yield of forage sorghum lines under Karaj conditions in Iran

Fouman, A.<sup>1</sup> and A. Khazaei<sup>2</sup>

### ABSTRACT

Fouman, A. and A. Khazaei. 2014. Evaluation of forage yield of forage sorghum lines under Karaj conditions in Iran. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 16(3): 181-190. (In Persian).

Fifteen forage sorghum lines developed in sorghum breeding program in Iran were evaluated for forage yield under Karaj condition in Iran in 2007-2009 growing seasons. The experimental design was randomized complete block design with four replications. Four traits including fresh fodder, dry matter, plant height and number of tillers were measured in each cutting. All treatments were harvested at two cuttings. Combined analysis of variance showed significant differences between growing seasons, sorghum lines, cuttings, growing season  $\times$  lines, line  $\times$  cutting, growing season  $\times$  cutting and growing season  $\times$  line  $\times$  cutting interactions for all of traits. Since the growing season  $\times$  lines and growing season  $\times$  cutting interactions were significant, therefore, combined analysis of variance was performed for each growing season. KFS3, KFS1, KFS18 and KFS2 forage sorghum lines produced the highest fresh fodder with 182.8, 172.4, 144.7 and 143.1 t.ha<sup>-1</sup> and dry matter with 33.8, 30.3, 29.1 and 26.4 t.ha<sup>-1</sup>, respectively. Dry matter production of KFS17 and KFS2 was similar. However, KFS6 produced the lowest fresh fodder and dry matter with 106.6 and 21.8 t.ha<sup>-1</sup>, respectively. The highest and lowest plant height was recorded for KFS3 and KFS10 with 195.8 and 138.9 centimeter, respectively. KFS10 and KFS1 forage sorghum lines produced the highest and lowest tiller number with 3.0 and 2.2 tillers.plant<sup>-1</sup>, respectively.

**Key words:** Cutting, Plant height, Pure line, Sorghum and Forage yield.

---

Received: December, 2013

Accepted: September, 2014

1- Assistant Prof, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran (Corresponding author) (Email: a\_fouman@yahoo.com)

2- Faculty member, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran