

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^۱ و عظیم خزائی^۲

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 سانتی متر 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

تحقیقات سورگوم در اواسط قرن بیستم به صورت پراکنده در برخی کشورهای جهان شروع شد و در سال ۱۹۷۲ میلادی با تأسیس مؤسسه تحقیقات بین المللی اکیزیسات 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، ایجاب می کند تا واریته های سازگار با شرایط آب و هوایی ایران در داخل کشور اصلاح شود (Fouman, 2010). تا کنون، تعداد زیادی لاین خالص سورگوم دانه ای، علوفه ای و دو منظوره در شرایط آب و هوایی کرج تولید شده است (Fouman, 2010). سورگوم از قدیم الایام در ایران وجود داشته که توده های بومی آن مؤید این گفته است در خاورمیانه بعد از کشور یمن، بیشترین توده بومی از ایران (۴۲۱ توده) جمع آوری 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 می شود (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 زیر کشت سورگوم در جهان قریب به ۴۲/۳۴ میلیون هکتار است که ۹۰ درصد این سطح زیر کشت را لاین ها و واریته های سورگوم دانه ای بخود اختصاص داده است. بنابراین سورگوم در دنیا در درجه اول بعنوان یک غله مطرح است. هندوستان با سطح زیر کشت ۷/۴ میلیون هکتار در مقام اول قرار دارد (FAO, 2011).

سورگوم ۱۰-۲ درصد دگرگشتی دارد (میزان دگرگشتی در نوع علفی بیشتر از نوع دانه ای است)، بنابراین سورگوم جزء گیاهان خودگشن به حساب می آید و تا زمان کشف صفت نر عقیمی سیتوپلاسمی و تولید بذر هیبرید فقط به صورت لاین ها خالص کشت می گردید. صفت نر عقیمی سیتوپلاسمی توسط دو محقق به نام های 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 فرآورده های دامی در ایران، لازم است گیاهان علوفه ای با ظرفیت تولید بالا و کیفیت مطلوب کشت شوند. در این میان سورگوم علوفه ای نسبت به گیاهان مشابه از ظرفیت تولید بیشتری برخوردار بوده و گرچه عملکرد آن مثل بیشتر گیاهان زراعی تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می گیرد ولی سازگاری خوب آن با شرایط اقلیم های مختلف، تعدد چین برداری و نحوه مصارف گوناگون مورد توجه قرار گرفته است. سورگوم در ایران نیز همانند دنیا به دو صورت لاین ها خالص و واریته های هیبرید کشت می شود (Poehlman, House, 1985). با شروع تحقیقات سورگوم در ایران، لاین های خالص در کشور تولید گردید و در برنامه های اصلاح سورگوم از جمله ایجاد لاین ها خالص و واریته های هیبرید مورد استفاد قرار گرفت (Fouman et al., 2003). کلیه لاین ها خالص سورگوم علوفه ای موجود در این تحقیق حاصل تحقیقات فوق الذکر است. کسرابی و همکاران (Kasraie et al., 2001) با ارزیابی هفت لاین سورگوم علوفه ای 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 (خالص سازی شده از توده های بومی) با ۷۱/۳۹ و ۱۹/۶۷ تن در هکتار کمترین عملکرد را داشتند. مقایسه عملکرد هشت واریته هیبرید سورگوم

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 No.	لاین Cultivar	والدین Parents	ردیف No.	لاین Cultivar	والدین 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

*KFS=Karaj Forage Sorghum,

**⊗= خودگشتی

**⊗=Selfing ,

***LFS= سورگوم علوفه‌ای محلی

***LFS= Local Forage Sorghum

نمونه دو کیلو گرمی به طور تصادفی جهت تعیین وزن خشک انتخاب شد. نمونه دو کیلو گرمی 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 هارتل، تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار MSTAT C انجام و میانگین‌ها به روش دانکن (DMRT) مقایسه شدند.

نتایج و بحث

ابتدا با استفاده از آزمون F ماکس هارتل، یکنواختی واریانس خطای آزمایشی ارزیابی گردید که برای همه صفات مورد بررسی F max هارتل 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 ۴-۶ برگگی 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 ۷-۱۰ 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 Year (Y)	درجه آزادی d.f	(MS) میانگین مربعات			
		علوفه تر Fresh fodder	علوفه خشک Dry matter	ارتفاع بوته Plant height	تعداد پنجه 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 ^{ns}	1.592 ^{ns}	1.711 ^{ns}	1.814 ^{ns}
*F max= MSe max/MSe min		F $\alpha=0.01=3.6$			
ns: Not significant					
ns: غیر معنی دار					

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 معنی‌دار 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 تاثیرپذیری رشد و نمو سورگوم از شرایط محیطی را گزارش کرده‌اند. چون اثرات متقابل سال در لاین و حتی سال در چین معنی‌دار 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 معنی‌دار 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 Plant characteristics	علوفه تر Fresh fodder (t.ha ⁻¹)	علوفه خشک Dry matter (t.ha ⁻¹)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد پنجه No. of tillers
لاین‌ها سورگوم 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) 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 معنی‌داری 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 Plant characteristics	علوفه تر Fresh fodder (t.ha ⁻¹)	علوفه خشک Dry matter (t.ha ⁻¹)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد پنجه No. of tillers
لاین‌ها سورگوم 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) 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 معنی‌داری 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 Plant characteristics	علوفه تر Fresh fodder (t.ha ⁻¹)	علوفه خشک Dry matter (t.ha ⁻¹)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد پنجه No. of tillers
لاین‌ها سورگوم 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 Cutting(C)				
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 معنی‌داری 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 و KFS18 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 ۱۴/۱۱، ۱۵/۰۳ 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 تعلق 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 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.

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 معنی‌دار وجود داشت. مقایسه میانگین تیمارها و صفات مورد بررسی لاین‌ها سورگوم علوفه‌ای در سال دوم پژوهش نشان داد

همکاران (Lodhi *et al.*, 1994) مطابقت داشت. بیشترین و کمترین میانگین تعداد پنجه را لاین‌ها KFS13 و KFS1 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 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 (2003، Mokhtarzadeh) و لودهی و همکاران (Lodhi *et al.*, 1994) مطابقت

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.

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 8th 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.(3rd 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, (4th Ed.) Tehran University Press, Pp. 320. (In Persian).

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

Fouman, A.¹ and A. Khazaei²

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⁻¹ and dry matter with 33.8, 30.3, 29.1 and 26.4 t.ha⁻¹, 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⁻¹, 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⁻¹, 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