"مجله علوم زراعی ایران"
جلد شانزدهم، شماره۳، پاییز ۱۳۹۳

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 آزمایش مقدماتی انتخاب شده بودند، به منظور ازریابی 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 KFS3 ، KFS1، KFS18 و KFS2 با عملکرد علوفه تر در یک فصل زراعی در مجموع دو چین با میانگین سه ساله ۱۸۲/۸، ۱۷۲/٤، ۱٤٤/۷ و ۱٤۳/۱ تن در هکتار و همچنین همین لاین‌ها به ترتیب با عملکرد علوفه خشک ۳۳/۸، ۳۰/۳، ۲۹/۱ و ۲٦/٤ 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 ۱۰٦/٦ 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 وKFS1 با ۳/۰ و ۲/۲ عدد به دست آمد. این لاین‌ها بعد از تکمیل آزمایشات به زراعی می‌توانند در اختیار بهره برداران 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 ۸۶۱۷۱مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر می باشد
۱- استادیار موسسه 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 موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.2.1]

مقدمه

تحقیقات سورگوم در اواسط قرن بیستم به صورت پراکنده در برخی کشورهای جهان شروع شد و درسال ۱۹۷۲ میلادی با تأسیس مؤسسه تحقیقات بین المللی 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، ایجاب‌می‌کند 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 هوائی کرج تولید شده است (Fouman, 2010). سورگوم از قدیم‌الایام‌در 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، مازندران 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 به۴۲/۳۴ میلیون هکتار است که ۹۰ درصد این سطح زیرکشت را لاین‌ها و واریته‌های سورگوم دانه‌ای بخود اختصاص‌داده 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).

سورگوم ۱۰-۲ درصد دگرگشنی دارد (میزان دگرگشنی 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 استفنز و هلند در سورگوم کشف گردید و تولید بذر هیبرید سورگوم به کمک کئونبی 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 وگرچه 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 درکشور تولید گردید و در برنامه‌های اصلاح سورگوم از جمله ایجاد لاین‌ها خالص و واریته های هیبرید مورد استفاد قرار گرفت (Fouman *et al.,* 2003). کلیه لاین‌ها خالص سورگوم علوفه‌ای موجود در این تحقیق حاصل تحقیقات فوق‌الذکر است. کسرایی 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

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.2.1]

علوفه‌ای در منطقه اصفهان نشان داد که واریته نکتار با تولید ۲۳۳ تن در هکتار بیشترین و واریته چاپر با ۱۳۰/۳۵ تن در هکتار کمترین عملکرد علوفه تر را داشتند. در این آزمایش واریته 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 واریته 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. واریته 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 واریته شاهد (PCH106) و کمترین آن با ۱۳۱/۷ سانتی‌متر به واریته HH94 تعلق داشت. بیشترین تعداد پنجه(۲/۷۸پنجه) به واریته HH86 و کمترین آن(۱/۴۴ پنجه) به واریته 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 استفاده بهره برداران این گیاه با ارزش زراعی می‌باشد. از طرف دیگر این لاین‌ها که در سال های اخیر در ایران اصلاح و بعد از بررسی مقدماتی از بین ده‌ها لاین و لاین، با توجه به برخی صفات با تکیه برمحصول نهائی انتخاب شده‌اند، برای سایر پژوهشگران وعلاقه مندان 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 کم باران 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

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.2.1]

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 xLFS***56	10	KFS12	F1104 x unknown
3	KFS3	Early orange x LFS56	11	KFS13	Goldmine ⊗
4	KFS6	Early orange x LFS45	12	KFS15	Pasific810 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

داده شد. سایر عملیات تهیه بستر بذر در بهار سال بعد با مساعد شدن هوا انجام گرفت. سپس پشته های 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 بوته ها 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 بوته ها به۲-۱/۷ متر رسیده بودند. برای اینکه رشد بعدی به راحتی امکان پذیر باشد برداشت بوته ها از ۱۵-۱۰ سانتی‌متری 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 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 داده ها به روش هارتلی، 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 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، لاین ها، چین‌ها و اثرات متقابل سال× لاین، سال × چین، لاین × چین و سال × لاین× چین برای همه صفات مورد بررسی در سطح یک

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.2.1]

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	میانگین مربعات (MS) 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: غیرمعنی‌دار

ns: Not significant

درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. این موضوع نشان می‌دهد که صفات مورد بررسی سورگوم تحت تاثیر شرایط آب و هوائی 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 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 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، KFS2 و KFS18 با ۹۹/۱۳ ، ۸۶/۳۹ ، ۷۹/۲۰ و ۷۵/۹۷ تن در هکتار بوده و همچنین این لاین‌ها و به 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 ۲۱۵/۵، 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

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.2.1]

جـدول 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				
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 fallowed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Dancan's Multiple Range Test

جـدول 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				
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 fallowed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Dancan's Multiple Range Test

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.2.1]

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 fallowed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Dancan's Multiple Range Test.

مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد این تفاوت بطور واضح خود را نشان می دهد. 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 که بیشترین میانگین عملکرد علوفه تر به ترتیب مربوط به لاین‌ها KFS3 ، KFS1 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 و۱۷۷/۵سانتی 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

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.2.1]

همکـاران (Lodhi *et al.*, 1994) مطـابقت داشـت. بیشترین و کمتـرین میـانگین تعـداد پنجـه را لاین‌هـا KFS10 و KFS8 به ترتیب بـا ۲/۷۸۹ و ۲/۰۵۰ عـدد بـه خود اختصاص دادند. مقایسه میانگین چین‌ها بـار دیگـر نشان داد همه صفات مورد بررسی بجـز تعـداد پنجـه در چین اول در گروه اول قرار گرفـت و فقـط تعـداد پنجـه در چین دوم در گروه اول قرار داشت.

نتـایج تجزیـه واریـانس مرکـب داده‌هـای عملکـرد علوفه تر، خشـک، ارتفـاع بوتـه و تعـداد پنجـه لاین‌هـا مورد بررسی در سال سوم این پژوهش نشان داد که بین لاین‌ها، چین‌هـا و اثـر متقابـل لاین × چین بـرای همـه صـفات مـورد بررسـی در سـطح یـک درصـد اخـتلاف معنی‌دار وجود داشت. مقایسه میانگین تیمارها و صـفات مورد بررسی لاین‌هـا سـورگوم علوفـه‌ای در سـال سـوم آزمایش نشان داد که بیشترین میانگین عملکرد علوفه تر بـه ترتیـب مربـوط بـه لاین‌هـا KFS1 ، KFS3، KFS18، KFS2، KFS7، KFS17 وKFS12 بـا ۹۲/۹۰ ، ۹۲/۷۱ ، ۷۵/۸۰، ۷۵/۵۷ ، ۷۵/۲۸، ۶۹/۹۰ و۶۸/۴۰ تن در هکتار تولید بـوده و همچنـین ایـن لاین‌هـا بـه ترتیـب KFS3 ، KFS1، KFS18، KFS17، KFS7، KFS2 وKFS12 بـا ۱۷/۵۷، ۱۷/۲۹، ۱۵/۵۹، ۱۴/۹۱، ۱۴/۶۴، ۱۴/۵۸ و۱۴/۴۱ تن در هکتار بیشترین عملکرد علوفه خشـک را دارا بودند(جدول ۵). کمترین میـانگین عملکـرد علوفـه تـر و خشـک را بـه ترتیـب لاین‌هـا KFS9 وKFS8 بـه ترتیب با ۵۵/۰۳ و ۱۰/۹۹ تن در هکتـار تولیـد کردنـد و تعدادی از لاین‌ها نیز با آن‌ها در یک گروه قرار داشتند. بیشترین میانگین ارتفاع بوتـه بـا ۱۹۲/۸، ۱۹۰/۵، ۱۸۹/۵ و۱۸۴/۸ سانتی متـر بـه ترتیـب بـه ارقـام KFS2 ،KFS3 ، KFS1 و KFS18 تعلق گرفت. کمترین میانگین ارتفـاع بوتـه را لاین KFS9 بـا ۱۲۹/۶ سـانتی متـر دارا بـود. بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک در این آزمـایش بـا گـــزارش مختـــارزاده (Mokhtarzadeh, 2003) و لـودهـی و همکـاران (Lodhi *et al.*, 1994) مطـابقت داشـت. بیشـترین و کمتـرین میـانگین تعـداد پنجـه را لاین‌ها KFS13 و KFS1 به ترتیب بـا ۲/۶۷۴ و ۱/۸۴۹ عدد به خود اختصاص دادنـد. مقایسـه میـانگین چـین‌هـا نشان داد که همه صفات مورد بررسی بجـز تعـداد پنجـه در چین اول در گروه اول قرار گرفتـه و افـزایش تعـداد پنجه بر اثر چین‌برداری اتفاق مـی‌افتـد. ایـن موضـوع بـا نتـایج پـژوهش تعـدادی از محققـین از جملـه پایوجـا و همکـاران (Pahuja *et al.*, 2002) و فـومن(Fouman, 2000) مطابقت دارد.

در نهایت، با توجـه بـه هـدف اصـلی ایـن پـژوهش، چهـــار لایـــن KFS3 ، KFS1، KFS18 و KFS2 بـــا عملکرد علوفه تر در یک فصـل زراعـی در مجمـوع دو چـین بـا میـانگین سـه سـاله ۱۸۲/۸۰، ۱۷۲/۴۸، ۱۴۴/۷۲ و۱۴۳/۰۶ تن در هکتار و همچنین این لاین‌ها و با همین ترتیـب بیشـترین عملکـرد علوفـه خشـک را بـا ۳۳/۸۲، ۳۰/۳۴، ۲۹/۰۶ و ۲۶/۴۴ تن در هکتار در شرایط آب و هوایی کرج بخود اختصاص دادند. البته لاین KFS17 بـا لاینKFS2 از نظر عملکـرد علوفـه خشـک تولیـد برابـر داشت. بیشترین و کمترین میانگین سه ساله ارتفاع بوتـه بـه ترتیـب از لایـن‌هـا KFS3 و KFS10 بـا ۱۹۵/۸ و ۱۳۸/۹ سـانتی متـر بدسـت آمـد. لایـن KFS6 کمتـرین عملکرد علوفه تر و علوفه خشک (بـه ترتیـب ۱۰۶/۶۸ و ۲۱/۸۶ تـــن در هکتـــار) را تولیـــد کـــرد. بیشـــترین و کمترین تعـداد پنجـه بـه ترتیـب از لایـن‌هـا KFS10 و KFS1 با ۳/۰ و ۲/۲ پنجه به دست آمد. این لاین‌ها بعد از تکمیل آزمایشات به زراعی و تولید بذر بـا معرفـی از طریق سازمان تحقیقـات، آمـوزش و تـرویج کشـاورزی می‌تواند در اختیار بهـره بـرداران قـرار بگیـرد. از طـرف دیگر این۱۵ لاین که در سال‌های اخیر در ایران اصلاح و بعـد از بررسـی مقـدماتی از بـین ده‌هـا لایـن و لایـن انتخاب شده‌اند، برای سایر پژوهشـگران وعلاقـه‌منـدان این گیاه جهت تحقیقات مختلف معرفی می گردد.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.2.1]

References منابع مورد استفاده

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 Crope 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).

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.2.1]

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

Fouman, A.[1] and A. Khazaei[2]

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 × lines, line × cutting, growing season × cutting and growing season × line × cutting interactions for all of traits. Since the growing season × lines and growing season × 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 forKFS3 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.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1393.16.3.2.1]

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