

بررسی اثر تراکم کاشت بر صفات مختلف ارقام امیدبخش سورگوم علوفه ای
Investigation of the Effect of Plant Density on Different Characteristics of
Promising Forage Sorghum Cultivars

عزیز فومن

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت: ۸۲/۱۲/۹

چکیده

فومن، ع. ۱۳۸۴. بررسی اثر تراکم کاشت بر صفات مختلف ارقام امیدبخش سورگوم علوفه ای. نهال و بذر ۲۱: ۶۴-۴۹.

در این تحقیق سه رقم سورگوم علوفه ای به نام های KFS1، KFS2 و KFS3 با استفاده از طرح آماری فاکتوریل بر پایه بلوک های کامل تصادفی به منظور تعیین مناسب ترین تراکم کاشت در سه تکرار به مدت دو سال (۸۱-۱۳۸۰) در کرج کاشته شدند. تراکم های مورد بررسی ۱۶۷، ۲۰۸، ۲۷۸ و ۴۱۷ هزار بوته در هکتار بودند. کود فسفات آمونیوم بر مبنای ۱۱۵ کیلوگرم P_2O_5 و در مجموع ۱۸۳ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در چهار نوبت مصرف شد. از همه تیمارها دو چین علوفه برداشت شد. چهار صفت شامل ارتفاع بوته، تعداد پنجه، عملکرد علوفه تر و خشک در هر چین یادداشت برداری گردید و برداشت از سطح ۷/۸ مترمربع به عمل آمد. داده های دو سال مورد تجزیه واریانس مرکب قرار گرفت و میانگین ها به روش دانکن مقایسه شدند. نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد بین سال ها به جز برای ارتفاع بوته، ارقام به جز برای تعداد پنجه، اثر متقابل سال \times رقم به جز برای تعداد پنجه، تراکم کاشت، اثر متقابل سال \times رقم \times تراکم کاشت به جز برای ارتفاع بوته اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ وجود دارد و فقط اختلاف موجود در اثر متقابل رقم \times تراکم کاشت برای ارتفاع بوته در سطح ۵٪ بود. با مقایسه میانگین ها به روش دانکن، همه صفات مورد بررسی در سال اول در گروه اول قرار گرفتند. ارقام KFS1 و KFS3 به ترتیب از نظر عملکرد علوفه تر با ۱۲۶/۷ و ۱۲۴/۵ و علوفه خشک با ۲۴/۳۸ و ۲۳/۰۵ تن در هکتار و از نظر ارتفاع با ۱۸۶ و ۱۸۷ سانتی متر در گروه اول قرار گرفتند. کمترین عملکرد علوفه خشک به میزان ۲۰/۱۸ تن در هکتار از رقم KFS2 و بیشترین و کمترین عملکرد علوفه خشک به ترتیب در تراکم های کاشت ۲۷۸ و ۴۱۷ هزار بوته در هکتار به دست آمد. گرچه تعداد پنجه در چین اول با چین دوم اختلاف معنی دار داشت، ولی ارقام مورد بررسی در متوسط دو چین از نظر تعداد پنجه تفاوت آماری نداشتند.

واژه های کلیدی: سورگوم علوفه ای، ارقام، تراکم کاشت، چین برداری.

مقدمه

سورگوم زراعی با نام علمی *Sorghum bicolor* (L.) Moench از خانواده غلات و دارای انواع گوناگون از جمله نوع علوفه‌ای می‌باشد. این گیاه از پتانسیل تولید بالایی برخوردار بوده و با شرایط آب و هوایی ایران به خصوص مناطق گرم و خشک و معتدل آن سازگاری خوبی دارد (اهدائی، ۱۳۷۲؛ فومن اجیرلو، ۱۳۷۵؛ کریمی، ۱۳۷۶). سطح زیر کشت سورگوم در دنیا ۴۵/۸ میلیون هکتار است (FAO, 2003) و قریب به ۹۰٪ آن به سورگوم دانه‌ای اختصاص دارد، بنابراین سورگوم در دنیا به عنوان یک غله مطرح است، ولی با توجه به کمبود علوفه در ایران، نوع علوفه‌ای آن اولویت دارد و سطح زیر کشت آن در ایران بیش از ۴۰ هزار هکتار است (Fouman Ajirlou, 2000).

با توجه به کمبود علوفه در ایران و احساس نیاز شدید به علوفه جهت دامداری‌های صنعتی و سنتی، لازم است ارقام و هیبریدهای سازگار به شرایط آب و هوایی کشور ایجاد و تولید شود. اولین ارقام خالص سورگوم علوفه‌ای اصلاح شده در ایران در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر از سال ۱۳۷۶ به مدت دو سال مورد بررسی و مقایسه عملکرد قرار گرفت و هفت رقم خالص از این بررسی انتخاب گردیده و بعد از بررسی ناحیه‌ای به مدت سه سال، از بین آن‌ها سه رقم امید

بخش به نام‌های KFS1، KFS2 و KFS3 انتخاب و وارد آزمایش به زراعی شد تا بهترین رقم یا ارقام از نظر عملکرد علوفه تر و خشک تعیین و معرفی گردد.

سورگوم از نظر فتوسنتزی جزء گیاهان C4 می‌باشد و تنفس نوری آن در مقایسه با گیاهان C3 کمتر بوده و از کارآیی فتوسنتزی بالایی نسبت به گیاهان گروه C3 برخوردار است (Loomis and Williams, 1963). نور خورشید، رطوبت و حاصلخیزی خاک از عمده عوامل محیطی هستند که بر تراکم مناسب بوته جهت دستیابی به عملکرد مطلوب اثر می‌گذارد. اگر تراکم خیلی کم باشد از تمام تولید بالقوه کاملاً استفاده نمی‌شود و اگر خیلی زیاد باشد رقابت زیاد از حد گیاهان به ویژه به علت تنش شدید رطوبت، راندمان کل محصول را کاهش می‌دهد (چوکان، ۱۳۷۱). در بررسی اثر تراکم کاشت با فاصله ردیف ثابت ۷۵ سانتی‌متر و تعداد ۱۳۵، ۱۶۸، ۲۲۳، ۳۳۴ و ۶۶۷ هزار بوته در هکتار با دو رقم سورگوم علوفه‌ای (جامبو و شوگرگینز) بیشترین عملکرد از تراکم ۳۳۴ هزار بوته در هکتار به دست آمد (زند، ۱۳۷۹). تراکم‌های مختلف کاشت سورگوم علوفه‌ای اسپیدفید در تربت جام مورد بررسی قرار گرفت و بالاترین عملکرد علوفه تر با ۹۳/۴ تن در هکتار از تیمار ۳۵۰ هزار بوته در هکتار حاصل گردید (توکلو، ۱۳۷۹). چاتورودی

* <http://Faostat.Fao.org>.

فصل زراعی، فرصت بیشتری به گیاه جهت تولید گره‌ها و افزایش طول میانگره‌ها و در نتیجه افزایش ارتفاع بوته و عملکرد می‌دهد. گیاهچه جنینی سورگوم چهار برگ حقیقی دارد و برگ‌های بعدی پس از سبز شدن تولید می‌شود (Howell, 1990). پس از سبز شدن تا رسیدن به رشد زایشی تعداد و سطح برگ گیاه تدریجاً افزایش می‌یابد. تعداد برگ در انواع سورگوم بسته به ارقام از ۱۴ الی ۳۱ برگ متفاوت است (House, 1985). پس از تشکیل جوانه زایشی و توقف تولید برگ، توسعه سطح برگ هنوز تا زمان گرده‌افشانی ادامه دارد و در شروع گرده‌افشانی به حداکثر سطح خود می‌رسد و از آن به بعد ثابت می‌ماند (Liang *et al*, 1969)؛ (Evans and Wardlaw, 1976).

پنجه‌زنی در سورگوم زودتر از سایر غلات شروع می‌شود و معمولاً دو هفته پس از سبز شدن آغاز می‌گردد. در این گیاه پنجه‌ها از گره‌های نزدیک و یا زیر خاک منشعب می‌شود و میزان پنجه‌دهی بستگی به ژنوتیپ و عوامل محیطی دارد (ارزانی، ۱۳۷۸). دما، رطوبت، فتوپریود، حاصلخیزی خاک و تراکم بوته از عوامل محیطی مؤثر بر پنجه‌دهی می‌باشد (Dogget, 1988). ساستری (Sastry, 1986) نقش ژنوتیپ و عوامل محیطی بر سرعت پنجه‌دهی و تعداد پنجه در سورگوم را مورد بررسی قرار داد و نقش رقم، زمان کاشت، تراکم بوته، مواد غذایی، رطوبت

(Chaturvedi, 1992) در بررسی دو رقم سورگوم در تراکم‌های ۵۰ تا ۲۵۰ هزار بوته در هکتار به این نتیجه رسید که با افزایش تراکم، بیوماس و شاخص سطح برگ (LAI) افزایش می‌یابد در این آزمایش بین تراکم بوته با بیوماس و با LAI و نیز بین بیوماس و LAI رابطه خطی وجود داشت.

سه عامل ارتفاع بوته، تعداد برگ و تعداد پنجه در عملکرد علوفه تر و خشک سورگوم علوفه‌ای نقش اصلی به عهده دارند. در سورگوم ارتفاع ساقه به تعداد و طول میانگره‌ها بستگی دارد. گره‌ها به صورت متوالی تا زمان انتقال مریستم از رشد رویشی به رشد زایشی تشکیل می‌شود. این فرآیند تحت کنترل ژنتیکی بوده و ناشی از تنظیم غلظت هورمون‌های رشد می‌باشد (Beil and Atkins, 1967). تعداد گره تحت تأثیر میزان نیتروژن و طول میانگره نیز تحت تأثیر رطوبت خاک قرار دارد (کوچکی، ۱۳۶۸). ارتفاع گیاه در هنگام رقابت برای نور، ممکن است شدیداً افزایش یابد. این امر از نظر رقابت با سایر گیاهان در یک جامعه گیاهی مزیت محسوب می‌شود. یکی از نتایج افزایش ارتفاع، تشکیل برگ‌های جدید در بالای گیاه است که در این حالت برگ‌های جدید با کارآیی بیشتر، مقدار بیشتری از نور خورشید را دریافت می‌کنند و باعث افزایش عملکرد علوفه می‌شوند. نتایج کاشت زود هنگام و بموقع و یا افزایش طول

هدف از انجام این بررسی تعیین اثر تراکم کاشت بر صفات مختلف سه رقم امیدبخش سورگوم علوفه‌ای در شرایط کرج بود.

مواد و روش‌ها

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، جزو مناطق سرد کم باران به شمار می‌رود. نوع خاک مزرعه آزمایشی رسی-شنی و سال قبل از آزمایش آیش و در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری، pH خاک ۷/۵، هدایت الکتریکی (EC) آن 0.7 dsm^{-1} ، کربنات کلسیم ۹٪، کربن آلی ۰/۵۱٪، نیتروژن کل ۰/۰۵٪، فسفر قابل جذب ۸/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم و پتاسیم قابل جذب ۲۹۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. در این طرح سه رقم سورگوم علوفه‌ای تولید شده در داخل کشور که از آزمایش‌های به نژادی و سازگاری انتخاب گردیده بودند با استفاده از طرح آماری فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تراکم کاشت و با سه تکرار مورد مقایسه قرار گرفتند. ارقام مورد آزمایش KFS1، KFS2 و KFS3 و تراکم‌های کاشت ۱۶۷، ۲۰۸، ۲۷۸ و ۴۱۷ هزار بوته در هکتار بود.

با توجه به این که کنترل علف‌های هرز، عملیات داشت با ماشین و برداشت با چایپر در ردیف‌های با فواصل کم بسیار مشکل می‌باشد

و نور را بر این صفت مهم ارزیابی کرد. وزن خشک گیاه یکی از عوامل مهم در برآورد عملکرد گیاه است و بیانگر میزان بهره‌گیری جامعه گیاهی از تشعشع نور خورشید در طی فصل رشد می‌باشد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۲). آشنائی با نحوه تجمع ماده خشک در طول فصل رشد در طرح‌ریزی و برآورد کارآیی برنامه‌های زراعی اهمیت زیادی دارد (Roy and Wright, 1973). در شرایط مساعد در اثر افزایش تراکم کاشت، عملکرد کمی سورگوم افزایش می‌یابد و این افزایش در ارقام دارای پنجه بیشتر زیادتر است (Masaoka and Takano, 1985). اما این افزایش را باید تا جایی ادامه داد که به کیفیت علوفه لطمه‌ای نزنند. زیرا افزایش بیش از حد تراکم کاشت باعث کاهش کیفیت علوفه به خصوص جهت سیلو می‌گردد. اکثریت قریب به اتفاق گیاهان علوفه‌ای از طریق پنجه‌زنی تراکم خود را تنظیم می‌نمایند. یعنی در شرایطی که تنک‌تر کاشته شوند پنجه بیشتر و در تراکم‌های بالا تعداد پنجه کمتری تولید می‌کنند. با توجه به این که پنجه‌ها با تأخیر ظاهر می‌شوند و تولید آن‌ها به میزان زیاد تحت تأثیر رقم و شرایط محیطی است این سؤال پیش می‌آید که آیا بین مجموع عملکرد گیاهانی که تعداد پنجه زیاد یا کم دارند تفاوت معنی‌دار وجود دارد یا خیر؟ (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۲).

مهم از قبیل ارتفاع بوته، تعداد پنجه، علوفه تر و علوفه خشک در هر چین یادداشت برداری شد. ده بوته از دو خط وسط با حذف ۲۵ سانتی متر از ابتدا و انتهای آنها به طور تصادفی انتخاب شد و ارتفاع بوته و تعداد پنجه آنها اندازه گیری و شمارش گردید و میانگین آنها مورد تجزیه آماری قرار گرفت. برداشت از دو خط وسط با حذف ۲۵ سانتی متر از طرفین آنها از سطح ۷/۸ مترمربع هر کرت زمانی انجام شد که ارتفاع بوته‌ها به حدود ۲۰۵-۱۵۰ سانتی متر رسیده بودند. در هر سال دو چین علوفه برداشت شد. علوفه تر حاصل بلافاصله توزین و یک نمونه ۲ کیلوگرمی از هر تکرار جهت خشک کردن در دستگاه خشک کن در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت، برای برآورد میزان عملکرد علوفه خشک برداشت گردید (Anonymous, 1991). در پایان هر سال داده‌های جمع آوری شده مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و در پایان سال دوم داده‌های دو ساله مورد تجزیه واریانس مرکب قرار گرفته و میانگین‌ها به روش دانکن مقایسه شدند تا بهترین رقم و فاصله کشت آن تعیین گردد.

نتایج و بحث

ابتدا داده‌های دوچین در هر سال در قالب کرت‌های خرد شده در زمان تجزیه واریانس گردید و معلوم شد که عملکرد علوفه تر و خشک و تعداد پنجه در چین اول اختلاف

و از ماشین‌های موجود جهت کاشت، داشت و برداشت ذرت برای سورگوم علوفه‌ای استفاده می‌شود بنابراین فاصله ردیف‌ها ثابت و برابر ۶۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. تراکم‌های مختلف در روی ردیف‌ها براساس میزان بذر مصرفی با در نظر گرفتن کلیه جوانب از قبیل قوه نامیه و ویگور بذر به صورت ۱۰، ۸، ۶ و ۴ سانتی متر اعمال شد که به ترتیب تراکم‌های یاد شده را به وجود آورد. کاشت به صورت سری انجام شد، سپس با تنک کردن تراکم‌های لازم به دست آمد. قطعه زمینی به مساحت ۱۵۰۰ مترمربع در پائیز شخم عمیق خورده و کود فسفات آمونیوم بر اساس نتایج آزمون خاک ۱۱۵ کیلوگرم P_2O_5 و در مجموع ۱۸۳ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در چهار نوبت، همراه با کود فسفات آمونیوم، قبل از کاشت سرک و بعد از چین اول و به طور مساوی به آن داده شد. سایر عملیات تهیه بستر بذر در بهار سال بعد با مساعد شدن هوا به عمل آمد. پشته‌هایی به فاصله ۶۰ سانتی متر از همدیگر ایجاد گردید و کاشت از اواسط اردیبهشت ماه انجام شد.

هر رقم در هر تکرار در چهار خط به طول هفت متر کاشته شد. زمانی که ارتفاع بوته‌ها به حدود ۴۰ سانتی متر رسید کود سرک به صورت نواری در کنار پشته‌ها به زمین داده شد. بعد از چین اول نیز به همین روش کود نیتروژن به آن داده شد. آبیاری به صورت نشتی و هر ۱۰-۷ روز یک بار انجام شد. فاکتورهای

سال آزمایش قرار گرفت که نتایج آنها به شرح زیر می باشد. چون خرید و فروش علوفه های سیلوئی در کشور ما براساس وزن علوفه تر انجام می گیرد. علاوه بر وزن علوفه خشک، میزان علوفه تر حاصل نیز ذکر گردیده است.

نتایج تجزیه واریانس ساده صفات عملکرد علوفه تر و خشک، ارتفاع بوته و تعداد پنجه در سال اول در جدول ۱ نشان داد بین ارقام، تراکم کاشت و اثر متقابل رقم × تراکم کاشت از نظر هر چهار صفت مورد بررسی اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ وجود دارد.

معنی دار در سطح ۱٪ با چین دوم دارد و هر سه صفت در چین دوم نسبت به چین اول برتری خود را نشان دادند و در گروه اول قرار گرفتند. ارتفاع بوته در چین های مختلف اختلاف معنی دار نشان ندادند. جهت رعایت اختصار از درج جدول های مربوط به تجزیه واریانس مرکب بین داده های دو چین در سال های مختلف صرف نظر گردید و فقط به نتایج آنها اشاره شد. برای جمع بندی نتایج، مجموع داده های عملکرد علوفه تر و خشک و میانگین ارتفاع بوته و تعداد پنجه در هر سال مورد تجزیه واریانس ساده سالیانه و مرکب بین دو

جدول ۱- تجزیه واریانس عملکرد علوفه تر، علوفه خشک، ارتفاع بوته و تعداد پنجه در سال

اول (۱۳۸۰)

Table 1. Analysis of variance for green fodder, dry matter, plant height and tiller number in first year (2001)

S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS			
			عملکرد علوفه تر Green fodder	عملکرد علوفه خشک Dry matter	ارتفاع بوته Plant height	تعداد پنجه Tiller no.
Replication	تکرار	2	49.31	1.62	85.01	0.043
Cultivar (C)	رقم	2	3508.84**	37.91**	401.09**	0.279**
Plant density (D)	تراکم کاشت	3	261.06**	9.00**	193.29**	1.186**
C × D	تراکم کاشت × رقم	6	354.96**	17.50**	67.98**	0.685**
Error	خطا	22	15.10	0.61	15.11	0.047
C. V. %	ضریب تغییرات		3.19	3.40	2.11	6.43

** : Significant at 1% level of probability.

** : معنی دار در سطح احتمال ۱٪.

عملکرد علوفه خشک ۲۴/۳۲ تن در هکتار و با تعداد ۳/۵۳ پنجه در گروه اول قرار دارند. تراکم کاشت ۲۷۸ هزار بوته در هکتار با عملکرد علوفه تر، خشک و ارتفاع بوته به

مقایسه میانگین ها به روش دانکن در سطح ۵٪ در جدول ۲ نشان می دهد. رقم KFS3 با عملکرد علوفه تر ۱۳۳/۷ تن در هکتار و با ارتفاع ۱۹۰/۸ سانتی متر و رقم KFS1 با

ترتیب ۱۲۷/۲ و ۲۴/۳۲ تن در هکتار و ۱۸۹/۲ سانتی متر و تراکم کاشت ۲۰۸ هزار بوته با تعداد پنجه ۳/۹۱ در گروه اول قرار داشتند. از نظر اثر متقابل رقم × تراکم کاشت، عملکرد علوفه خشک رقم KFS1 در تراکم های کاشت ۱۶۷، ۲۷۸ و ۴۱۷ هزار بوته به ترتیب با ۲۴/۹۴، ۲۶/۱۶ و ۲۵/۱۳ تن در هکتار تفاوت معنی دار در سال اول آزمایش نشان ندادند و در گروه اول قرار گرفتند. تعداد پنجه رقم KFS1 در تراکم های کاشت ۲۰۸ و ۲۷۸ هزار بوته به ترتیب با ۴/۱۳ و ۳/۸۲ پنجه و رقم KFS2 در تراکم های کاشت ۱۶۷ و ۲۰۸ هزار بوته به ترتیب با ۳/۹۲ و ۳/۷۳ پنجه و رقم KFS3 در تراکم کاشت ۲۰۸ هزار بوته با ۳/۸۵ پنجه در

جدول ۲- مقایسه میانگین تیمارها و صفات عملکرد علوفه تر، خشک، ارتفاع بوته و تعداد پنجه

به روش دانکن در سطح ۵٪ در سال اول (۱۳۸۰)

Table 2. Comparison of means of green fodder, dry matter, plant height and tiller number at 5% level of probability (DMRT) in first year (2001)

Treatment	تیمار	علوفه تر Green fodder (tha ⁻¹)	علوفه خشک Dry matter (tha ⁻¹)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد پنجه عدد Tiller no.
Cultivar (C)					
KFS1 (C1)	رقم	129.2 b	24.32 a	184.0 b	3.52 a
KFS2 (C2)		102.1 c	20.97 c	179.3 c	3.36 b
KFS3 (C3)		133.7 a	23.65 b	190.8 a	3.23 b
Plant density (D)					
(D1)	تراکم کاشت 167000 plants	120.6 b	22.74 b	186.5 ab	3.15 b
(D2)	۱۶۷ هزار بوته 208000 plants	124.1 ab	22.95 b	178.3 c	3.91 a
(D3)	۲۰۸ هزار بوته 278000 plant	127.2 a	24.32 a	189.2 a	3.29 b
(D4)	۲۷۸ هزار بوته 417000 plant	114.6 c	21.91 c	184.7 b	3.14 b
C × D					
C1D1	تراکم کاشت × رقم	129.0 b	24.94 a	189.2 bc	2.87 bc
C1D2		120.4 c	21.07 cd	177.5 ef	4.13 a
C1D3		133.6 b	26.16 a	188.3 bcd	3.82 a
C1D4		133.8 b	25.13 a	180.8 def	3.30 b
C2D1		102.2 e	20.31 cd	173.7 f	3.92 a
C2D2		102.8 e	21.29 c	174.2 f	3.73 a
C2D3		104.7 de	21.27 c	184.2 cde	2.95 bc
C2D4		98.7 e	21.00 cd	185.0 cde	2.95 c
C3D1		130.8 b	22.99 b	196.7 a	2.67 c
C3D2		149.1 a	26.48 a	183.2 cde	3.85 a
C3D3		143.3 a	25.54 a	195.0 ab	3.10 bc
C3D4		111.4 d	19.60 d	188.2 bcd	3.28 b

میانگین ها در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی داری ندارند.

Means in each column having at least a common letter are not significantly different.

سال دوم در (جدول ۳) نشان داد بین ارقام به جز تعداد پنجه از نظر سایر صفات مورد بررسی اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ وجود دارد. بین تراکم کاشت از نظر صفات عملکرد علوفه تر و ارتفاع بوته اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ وجود داشت و از نظر تعداد پنجه این اختلاف در سطح ۵٪ بود و از نظر عملکرد علوفه خشک اختلاف معنی دار وجود نداشت. بین اثر متقابل رقم × تراکم کاشت اختلاف معنی داری در هیچیک از صفات مورد بررسی مشاهده نگردید.

گروه اول قرار گرفتند. رقم KFS3 با تراکم های کاشت ۲۰۸ و ۲۷۸ هزار بوته در هکتار از نظر عملکرد علوفه تر با ۱۴۹/۱ و ۱۴۳/۳ تن در هکتار و علوفه خشک ۲۶/۴۸ و ۲۵/۵۴ تن در هکتار و همین رقم با ارتفاع ۱۹۶/۷ سانتی متر در تراکم کاشت ۱۶۷ هزار بوته در هکتار و با ۳/۸۵ عدد پنجه در تراکم کاشت ۲۰۸ هزار بوته در هکتار بهترین رقم بود. نتایج تجزیه واریانس ساده صفات عملکرد علوفه تر و خشک، ارتفاع بوته و تعداد پنجه در

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد علوفه تر، علوفه خشک، ارتفاع بوته و تعداد پنجه

در سال دوم (۱۳۸۱)

Table 3. Analysis of variance for green fodder, dry matter, Plant height and tiller number in second year (2002)

S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS			
			عملکرد علوفه تر Green fodder	عملکرد علوفه خشک Dry matter	ارتفاع بوته Plant height	تعداد پنجه Tiller no.
Replication	تکرار	2	98.01	1.75	33.01	0.109
Cultivar (C)	رقم	2	3527.86**	77.73**	597.69**	0.033 ^{ns}
Plant density(D)	تراکم کاشت	3	98.81**	3.16 ^{ns}	240.68**	0.302*
C × D	تراکم کاشت × رقم	6	42.50 ^{ns}	1.40 ^{ns}	48.82 ^{ns}	0.213 ^{ns}
Error	خطا	22	18.28	1.19	39.39	0.087
C. V. %	ضریب تغییرات		3.88	4.94	3.37	9.78

ns, * and **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

از نظر سه صفت عملکرد علوفه تر، خشک و ارتفاع بوته به ترتیب در گروه دوم و سوم قرار گرفتند، از نظر تعداد پنجه هر سه رقم در یک گروه بودند. تراکم سوم کاشت یعنی ۲۷۸ هزار بوته در هکتار از نظر عملکرد علوفه تر،

مقایسه میانگین ها به روش دانکن در سطح ۵٪ (جدول ۴) نشان داد رقم KFS1 با عملکرد علوفه تر، خشک و ارتفاع بوته به ترتیب با ۱۲۴/۲ و ۲۴/۴۴ تن در هکتار و ۱۹۴ سانتی متر در گروه اول قرار دارد. ارقام KFS2 و KFS3

خشک و ارتفاع بوته به ترتیب با ۱۱۵ و ۲۲/۹۴ تن در هکتار و ۱۹۱/۳ سانتی متر در گروه اول قرار گرفت و تعداد پنجه تراکم های ۱۶۷، ۲۰۸ و ۴۱۷ هزار بوته در گروه اول جای گرفتند. در اثر متقابل رقم × تراکم کاشت بیشترین عملکرد مربوط به تراکم ۲۷۸ هزار بوته در رقم KFS1 با عملکرد علوفه تر، خشک و ارتفاع بوته به ترتیب ۱۳۲/۹ و ۲۵/۳۸ تن در هکتار و با ۲۰۲/۲ سانتی متر و بیشترین تعداد پنجه مربوط به تراکم چهارم رقم KFS3 با ۳/۶۷ عدد بود. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده های عملکرد علوفه تر، خشک، ارتفاع بوته و تعداد پنجه در سال های اول و دوم اجرای آزمایش (جدول ۵) نشان داد. بین سال ها از نظر صفات عملکرد علوفه تر، خشک و تعداد پنجه اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ وجود داشت و

جدول ۴- مقایسه میانگین تیمارها و صفات عملکرد علوفه تر، علوفه خشک، ارتفاع بوته و

تعداد پنجه به روش دانکن در سطح ۵٪ در سال دوم (۱۳۸۱)

Table 2. Comparison of means of green fodder, dry matter, plant height and tiller number at 5% level of probability (DMRT) in second year (2002)

Treatment	تیمار	علوفه تر Green fodder (tha ⁻¹)	علوفه خشک Dry matter (tha ⁻¹)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد پنجه عدد Tiller no.
Cultivar (C)					
	رقم				
	KFS1 (C1)	124.2 a	24.44 a	194.0 a	3.02 a
	KFS2 (C2)	91.0 c	19.39 c	180.1 c	2.96 a
	KFS3 (C3)	115.3 b	22.44 b	185.0 b	3.07 a
Plant density (D)					
	تراکم کاشت				
(D1)	167000 plants هزار بوته ۱۶۷	107.5 b	21.83 ab	190.2 a	3.10 ab
(D2)	208000 plants هزار بوته ۲۰۸	109.2 b	21.58 b	181.1 b	2.93 ab
(D3)	278000 plant هزار بوته ۲۷۸	115.0 a	22.94 a	191.3 a	2.81 b
(D4)	417000 plant هزار بوته ۴۱۷	109.0 b	22.01 ab	182.8 b	3.22 a
C × D					
	تراکم کاشت × رقم				
	C1D1	116.2 c	24.11 abc	199.0 ab	3.20 ab
	C1D2	126.0 ab	24.49 ab	190.0 abcd	3.07 b
	C1D3	132.9 a	25.38 a	202.2 a	2.70 b
	C1D4	121.6 bc	23.78 abc	184.8 cde	3.10 ab
	C2D1	92.4 d	19.86 fgh	184.8 cde	3.17 ab
	C2D2	88.0 d	18.20 h	175.5 e	3.00 b
	C2D3	93.8 d	20.36 efg	180.2 cde	2.78 b
	C2D4	89.9 d	19.13 gh	179.8 cde	2.90 b
	C3D1	113.8 c	21.52 def	186.8 bcde	2.93 b
	C3D2	113.6 c	22.04 cde	177.7 de	2.73 b
	C3D3	118.3 bc	23.07 bcd	191.7 abc	2.93 b
	C3D4	115.4 c	23.13 bcd	183.8 cde	3.67 a

میانگین ها در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی داری ندارند.

Means in each column having at least a common letter are not significantly different.

از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی دار مشاهده نگردید. بین ارقام و اثر متقابل رقم × سال به جز تعداد پنجه در بقیه صفات مورد بررسی اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ وجود داشت. بین تراکم کاشت از نظر هر چهار صفت اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ وجود داشت. اثر متقابل سال × تراکم کاشت به جز برای عملکرد علوفه خشک، در سایر صفات اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ وجود داشت. اثر متقابل سال × تراکم کاشت برای ارتفاع بوته در سطح ۵٪ و برای بقیه صفات در سطح ۱٪ اختلاف معنی دار نشان داد و اثر متقابل سال × رقم × تراکم کاشت به جز برای ارتفاع بوته در سایر صفات مورد بررسی اختلاف معنی دار در سطح ۱٪ نشان می داد.

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب عملکرد علوفه تر، علوفه خشک، ارتفاع بوته و تعداد پنجه در سالهای اول و دوم (۱۳۸۱ و ۱۳۸۰)

Table 5. Combined analysis of variance for green fodder, dry matter, Plant height and tiller number for two year (2001-2002)

S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	میانگین مربعات MS			تعداد پنجه Tiller no.
			عملکرد علوفه تر Green fodder	عملکرد علوفه خشک Dry matter	ارتفاع بوته Plant height	
Year (Y)	سال	1	2373.9**	14.33**	52.53 ^{ns}	2.276**
Error 1	خطا	4	73.66	1.69	59.01	0.076
Cultivar (C)	رقم	2	6767.84**	110.87**	621.27**	0.116 ^{ns}
Y x C	رقم × سال	2	268.87**	4.77**	377.51**	0.195 ^{ns}
Plant density (D)	تراکم کاشت	3	286.21**	9.97**	407.03**	0.464**
Y x D	تراکم × سال	3	73.66**	2.19 ^{ns}	26.93**	1.024**
C x D	تراکم × رقم	6	158.06 **	6.65**	68.27*	0.564**
Y x C x D	تراکم × رقم × سال	6	239.40**	12.26**	48.52 ^{ns}	0.334**
Error 2	خطا	44	16.69	0.90	27.25	0.067
C.V.%	ضریب تغییرات		3.52	4.21	2.81	8.11

ns, * و **: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

مورد بررسی سورگوم در این تحقیق تحت تأثیر تغییرات آب و هوایی قرار می گیرد. پژوهشگران زیادی تأثیرپذیری رشد و نمو سورگوم از شرایط محیطی را گزارش نموده اند (ارزانی، ۱۳۷۸؛ سرمندیا و کوچکی، ۱۳۷۲؛ Sastry, 1986). ارقام KFS1 و KFS3 از

مقایسه میانگین تیمارها و صفات عملکرد علوفه تر و خشک، ارتفاع بوته و تعداد پنجه در دو سال آزمایش به روش دانکن در سطح ۵٪ (جدول ۶) نشان داد همه صفات در سال اول در گروه اول و در سال دوم در گروه دوم قرار گرفته اند. این موضوع نشان می دهد صفات

هوایی را بیان می‌کند. بیشترین عملکرد علوفه تر، خشک و ارتفاع بوته مربوط به تراکم ۲۷۸ هزار بوته در هکتار به ترتیب با ۱۲۱/۱ و ۲۳/۶۳ تن در هکتار و ۱۹۰/۳ سانتی‌متر بود و بیشترین پنجه در تراکم ۲۰۸ هزار بوته با ۳/۴۲ عدد به دست آمد. پژوهشگران زیادی تراکم کاشت مطلوب برای گیاهان مختلف را بیان می‌کنند. چوکان (۱۳۷۱) معتقد است اگر تراکم خیلی کم باشد از تمام تولید بالقوه کاملاً استفاده نمی‌شود و اگر خیلی زیاد باشد رقابت زیاد از حد گیاهان، راندمان کل محصول را کاهش می‌دهد. این موضوع نه تنها برای گیاهان مختلف بلکه برای ارقام گوناگون یک گیاه نیز صادق است (زند، ۱۳۷۹). در اثر متقابل سال × تراکم کاشت بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک مربوط به تراکم ۲۷۸ هزار بوته در سال اول به ترتیب با ۱۲۷/۲ و ۲۴/۳۲ تن در هکتار بود و بیشترین ارتفاع بوته به همین تراکم (۲۷۸ هزار بوته) در سال دوم با ۱۹۱/۳ سانتی‌متر و بیشترین تعداد پنجه به تراکم ۲۰۸ هزار بوته در سال اول با ۳/۹۱ عدد اختصاص داشت. در اثر متقابل رقم × تراکم کاشت رقم KFS1 در تراکم ۲۷۸ هزار بوته با عملکرد علوفه تر، خشک و ارتفاع بوته به ترتیب ۱۳۳/۲ و ۲۵/۷۷ تن در هکتار و ۱۹۵/۳ سانتی‌متر برترین رقم بود و از نظر تعداد پنجه همین رقم (KFS1) با تراکم ۲۰۸ هزار بوته با دارا بودن ۳/۶۰ پنجه بهترین تیمار بود و بالاخره از نظر اثر متقابل سال × رقم × تراکم

نظر صفات عملکرد علوفه تر و خشک و ارتفاع بوته در گروه اول و رقم KFS2 در گروه دوم قرار گرفته و هیچ کدام از ارقام مورد بررسی از نظر تعداد پنجه اختلاف آماری نداشتند. این نتیجه نشان می‌دهد بین مواد مورد بررسی از نظر عملکرد علوفه تر، خشک و ارتفاع بوته تنوع ژنتیکی وجود دارد. ارقام از نظر تعداد پنجه در سال اول آزمایش اختلاف معنی‌دار نشان دادند ولی در سال دوم این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود. پنجه‌زنی در اغلب گیاهان بیشتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (ارزانی، ۱۳۷۸؛ Sastry, 1986) اما چین‌برداری در سورگوم پنجه‌دهی را بعد از چین اول تشدید می‌کند و به چند برابر چین اول می‌رساند و همواره اختلاف معنی‌دار بین تعداد پنجه‌های حتی یک رقم در چین اول و چین‌های بعدی مشاهده می‌شود. این عدم اختلاف معنی‌دار در مجموع چین‌ها در سال‌های مختلف احتمالاً از چین‌برداری ناشی می‌گردد. از نظر اثر متقابل سال × رقم بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک به رقم KFS3 به ترتیب با ۱۳۳/۷ و ۲۴/۴۴ تن در هکتار و ارتفاع بوته و تعداد پنجه به رقم KFS1 به ترتیب با ۱۹۴ سانتی‌متر در سال دوم و ۳/۵۳ عدد در سال اول اختصاص داشت. معنی‌دار شدن اثر متقابل سال × رقم از اختلاف موجود بین سال‌های مختلف و عکس‌العمل ارقام مختلف ناشی گردیده است که این موضوع بار دیگر تأثیرپذیری سورگوم از تغییرات آب و

کاشت بهترین تیمار رقم KFS3 با تراکم ۲۰۸ هزار بوته در سال اول با عملکرد علوفه تر و خشک به ترتیب ۱۴۹/۱ و ۲۶/۴۸ تن در هکتار بود و از نظر ارتفاع، رقم KFS1 با تراکم ۲۷۸ هزار بوته در سال دوم با ۲۰۲/۲ سانتی‌متر و از نظر تعداد پنجه همین رقم (KFS1) با تراکم ۲۰۸ هزار بوته در سال اول با ۴/۱۳ عدد بهترین رقم بود.

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های عملکرد علوفه تر، علوفه خشک، ارتفاع بوته و تعداد پنجه به روش دانکن در سطح ۰.۰۵٪

Table 6. Comparison of means of green fodder, dry matter, plant height and tiller number at 5% levels of probability (DMRT)

Treatment	تیمار	علوفه تر Green fodder (tha ⁻¹)	علوفه خشک Dry matter (tha ⁻¹)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد پنجه عدد Tiller no.
Year (Y)	سال				
2001 (Y1)	اول	121.6 a	22.98 a	184.7 a	3.37 a
2002 (Y2)	دوم	110.2 b	22.09 b	186.4 a	3.02 b
Cultivar	رقم				
KFS1 (C1)		126.7 a	24.38 a	189.0 a	3.27 a
KFS2 (C2)		96.6 b	20.18 b	179.7 b	3.16 a
KFS3 (C3)		124.5 a	23.05 a	187.9 a	3.15 a
Y × C	رقم × سال				
Y1C1		129.2 ab	24.32 a	184.0 bc	3.53 a
Y1C2		102.1 bc	20.97 ab	179.3 d	3.36 ab
Y1C3		133.7 a	23.65 a	190.8 a	3.23 bc
Y2C1		124.2 ab	24.44 a	194.0 a	3.02 cd
Y2C2		91.0 c	19.39 b	180.1 cd	2.96 d
Y2C3		115.3 abc	22.44 ab	185.0 b	3.07 cd
Plant density (D)	تراکم کاشت				
(D1)	۱۶۷ هزار بوته	114.1 bc	22.29 b	188.4 a	3.13 b
(D2)	۲۰۸ هزار بوته	116.6 b	22.26 b	179.7 c	3.42 a
(D3)	۲۷۸ هزار بوته	121.1 a	23.63 a	190.3 a	3.05 b
(D4)	۴۱۷ هزار بوته	111.8 c	21.96 b	183.8 b	3.18 b
Y × D	تراکم × سال				
Y1D1		120.6 b	22.74 bc	186.5 abc	3.15 bc
Y1D2		124.1 ab	22.95 b	178.3 e	3.91 a
Y1D3		127.2 a	24.32 a	189.2 ab	3.29 b
Y1D4		114.6 c	21.91 bc	184.7 bcd	3.14 bc
Y2D1		107.5 d	21.83 bc	190.2 a	3.10 bc
Y2D2		109.2 d	21.58 c	181.1 de	2.93 cd
Y2D3		115.0 c	22.94 b	191.3 a	2.81 d
Y2D4		109.0 d	22.01 bc	182.8 cde	3.22 b

میانگین‌ها در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column having at least a common letter are not significantly different.

Table 6. Continued

ادامه جدول ۶

Treatment	تیمار	علوفه تر Green fodder (tha ⁻¹)	علوفه خشک Dry matter (tha ⁻¹)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد پنجه عدد Tiller no.
C × D	تراکم × رقم				
C1D1		122.6 d	24.52 b	194.1 a	3.03 def
C1D2		123.2 cd	22.78 c	183.8 c	3.60 a
C1D3		133.2 a	25.77 a	195.3 a	3.26 bcde
C1D4		127.7 bc	24.45 b	182.8 c	3.20 cde
C2D1		97.3 f	20.08 f	179.3 cd	3.54 ab
C2D2		95.4 f	19.74 f	174.8 d	3.37 abcd
C2D3		99.2 f	20.81 ef	182.2 c	2.87 f
C2D4		94.3 f	20.07 f	182.4 c	2.87 f
C3D1		122.3 a	22.25 cd	191.8 ab	2.80 f
C3D2		131.4 ab	24.26 b	180.4 cd	3.29 abcde
C3D3		130.8 ab	24.31 b	193.3 a	3.02 ef
C3D4		113.4 e	21.37 de	186.0 bc	3.48 abc
Y × C × D	تراکم × رقم × سال				
Y1C1D1		129.0 bc	24.94 abc	189.2 cde	2.87 cdef
Y1C1D2		120.4 def	21.07 fgh	177.5 fghi	4.13 a
Y1C1D3		133.6 b	26.16 ab	188.3 cde	3.82 a
Y1C1D4		133.8 b	25.13 abc	180.8 efghi	3.30 bc
Y1C2D1		102.2 h	20.13 fghi	173.7 l	3.92 a
Y1C2D2		102.8 h	21.29 fgh	174.2 hi	3.73 ab
Y1C2D3		104.7 h	21.27 fgh	184.2 defgh	2.95 cdef
Y1C2D4		98.7 hi	21.00 fgh	185.0 defg	2.83 cdef
Y1C3D1		130.8 bc	22.99 de	196.7 abc	2.67 f
Y1C3D2		149.1 a	26.48 a	183.2 defghi	3.85 a
Y1C3D3		143.3 a	25.54 abc	195.0 abc	3.10 cdef
Y1C3D4		111.4 g	19.60 hij	188.2 cde	3.28 bcd
Y2C1D1		116.2 efg	24.11 cd	199.0 ab	3.20 cde
Y2C1D2		126.0 cd	24.49 bcd	190.0 bcde	3.07 cdef
Y2C1D3		132.9 bc	25.38	202.2 a	2.70 ef
Y2C1D4		121.6 de	23.78 cd	184.8 defg	3.10 cdef
Y2C2D1		92.4 ij	19.86 ghij	184.8 defg	3.17 cdef
Y2C2D2		88.0 j	18.20 j	175.5 ghi	3.00 cdef
Y2C2D3		93.8 ij	20.36 fghi	180.2 efghi	2.78 def
Y2C2D4		89.9 j	19.13 ij	179.8 efghi	2.90 cdef
Y2C3D1		113.8 fg	21.52 efg	186.8 cdef	2.93 cdef
Y2C3D2		113.6 fg	22.04 ef	177.7 fghi	2.73 ef
Y2C3D3		118.3 efg	23.07 de	191.7 bcd	2.93 cdef
Y2C3D4		115.4 efg	23.13 de	183.8 defgh	3.67 ab

میانگین‌ها در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column having at least a common letter are not significantly different.

والدین این ارقام متفاوت هستند تنوع ژنتیکی موجود قابل انتظار بود. گرچه ارتفاع بوته به منظور برداشت علوفه‌ای در محدوده از قبل تعیین شده به خاطر بهبود کیفیت علوفه به دست آمده است. در این محدوده نیز بین ارقام اختلاف معنی دار مشاهده گردید و رقم KFS1 در متوسط چین‌ها و در متوسط دو سال با ۱۹۴ سانتی‌متر، بیشترین ارتفاع را دارا بود. چین‌برداری صفت پنجه‌دهی سورگوم را از چین اول به بعد تشدید می‌کند. عدم اختلاف معنی دار در تعداد پنجه در متوسط دو سال به متوسط تعداد پنجه در چین‌های مختلف هر سال و در نهایت متوسط سال‌ها برمی‌گردد. بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک به ترتیب با ۱۲۶/۷ و ۲۴/۳۸ تن در هکتار به رقم KFS1 تعلق داشت که با رقم KFS3 با عملکرد علوفه تر و خشک به ترتیب با ۱۲۴/۵ و ۲۳/۰۵ تن در هکتار اختلاف معنی دار نداشت.

به طور کلی از انجام این بررسی می‌توان نتیجه گرفت که صفات مورد بررسی (ارتفاع بوته، تعداد پنجه، عملکرد علوفه تر و خشک) سه رقم سورگوم علوفه‌ای تحت تأثیر شرایط آب و هوایی قرار گرفتند. این موضوع با گزارش‌های اغلب پژوهشگران که عملکرد سورگوم تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد مطابقت دارد (اهدائی، ۱۳۷۲؛ فومن، ۱۳۷۵؛ کریمی، ۱۳۷۶؛ کوچکی، ۱۳۶۸). تراکم‌های حد واسط یعنی ۲۰۸ و ۲۷۸ هزار بوته در هکتار بهتر از تراکم‌های کم (۱۶۷ هزار) و زیاد (۴۱۷ هزار بوته) بودند. این نتیجه مطابق گزارش‌های تعدادی از پژوهشگران از جمله چوکان (۱۳۷۱) و زند (۱۳۷۹) می‌باشد.

بین ارقام مورد بررسی تنوع ژنتیکی مشاهده گردید، زیرا بین ارقام در اکثر صفات تفاوت معنی دار وجود داشت. با توجه به این که

References

منابع مورد استفاده

- ارزانی، ا. ۱۳۷۸. اصلاح گیاهان زراعی (ترجمه). مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان. ۶۰۷ صفحه.
- اهدائی، ب. ۱۳۷۲. اصلاح نباتات. انتشارات دانشگاه شهید چمران. ۶۲۲ صفحه.
- توکلو، م. و پاک‌نژاد، ف. ۱۳۷۹. بررسی تأثیر تراکم‌های مختلف روی عملکرد علوفه هیبریدهای سورگوم و یک رقم سودانگراس در شرایط آب و هوایی تربت جام. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، بابلسر.
- چوکان. ر. ۱۳۷۱. بررسی اثر تراکم بوته در عملکرد زراعت دیم آفتاب‌گردان. نهال و بذر (۱ و ۲): ۴۹-۴۶.
- زند، ب. ۱۳۷۹. تعیین تراکم کاشت سورگوم علوفه‌ای واریته‌های جامبو و شوگرگریز در منطقه ورامین. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، بابلسر.

- ک سرمدنیا، غ.، و کوچکی، ع. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۷ صفحه.
- ب فومن اجیرلو، ع. ۱۳۷۵. اصلاح سورگوم در ایران در سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۷۵ همراه با نتایج تحقیقات به‌نژادی آن. انتشارات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کریمی، ه. ۱۳۷۶. زراعت و اصلاح گیاهان علوفه‌ای. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۱۴ صفحه.
- ب کوچکی، ع. ۱۳۶۸. زراعت در مناطق خشک (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۰۲ صفحه.
- ب کوچکی، ع.، حسینی، س.، و نصیری محلاتی، م. ۱۳۷۲. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی. ۵۶۰ صفحه.

- Anonymous, 1991.** Dual Purpose Forage and Grain Sorghum Nursery. ICRISAT, CLAN, Patancheru, Andhra Pradesh, 502324, India.
- Beil, G. M., and Atkins, R. E. 1967.** Estimates of general and specific combining ability in F1 hybrids for grain yield and its components in grain sorghum. *Crop Science* 7: 225-228.
- Chaturvedi, V. K. 1992.** Quality evaluation of forage sorghum, National Research Center for Sorghum, Ragendranagar, Hyderabad, India.
- Dogget, H. 1988.** Sorghum (2nd). Longman. Scientific Technical. England.
- Evans, L. T., and Wardlaw, I. F. 1976.** Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereals. *Agronomy Journal* 23: 301-359.
- Fouman Ajirlou, A. 2000.** Sorghum Research in Iran. Improving crops of the semi-arid tropics in Iran. Co-Published by ICRISAT and AREEO. Patancheru, P. O., Andhra Pradesh. 502324, India.
- House, L. R. 1985.** A Guide to Sorghum Breeding. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, 502324, India.
- Howell, T. A. 1990.** Grain dry matter yield relations for winter wheat and sorghum. *Agronomy Journal* 82: 912-918.
- Liang, G. H. L., Oorerley, C. B., and Casudy, A. J. 1969.** Interrelations among agronomic traits in grain sorghum. *Crop Science*. 9: 299-302.
- Loomis, R. S., and Williams, W. A. 1963.** Maximum crop productivity: An estimate. *Crop Science* 3: 67-72.
- Masaoka, Y., and Takano, N. 1985.** Studies on the digestibility of forage crops. Effect of plant density on cell wall digestibility by cellulase using two sorghum

cultivars (Sendachi and Hiromidori) of differing tillering. Journal of Japan Grassland Science 31: 117-122.

Roy, R. N., and Wright, B. C. 1973. Sorghum growth and nutrient uptake in relation to soil fertility. Agronomy Journal 65: 706-711.

Sastry, L. V. S. 1986. Genetic variability of alcohol soluble storage proteins in high lysine sorghum. Journal of Agriculture and Food Chemistry 34: 1061-1067.