

بررسی اثر تراکم بوته و رقم بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در منطقه بیرجند Effects of Plant Density and Cultivar on Yield of Forage Sorghum

علی آذری نصرآباد و محمود بازاری

ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بیرجند و سازمان توسعه تجارت ایران

تاریخ دریافت: ۸۲/۱۰/۷

چکیده

آذری نصرآباد، ع. و بازاری، م. ۱۳۸۳. بررسی اثر تراکم بوته و رقم بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای در منطقه بیرجند. نهال و بذر ۲۰: ۴۸۷-۴۷۵.

به منظور تعیین مناسب‌ترین تراکم بوته بر روی عملکرد رقم سورگوم علوفه‌ای اسپیدفید، و دو لاین امیدبخش KFS1 و MFS2، دو آزمایش جداگانه در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بیرجند در قالب طرح فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. سطوح مختلف تراکم بوته شامل ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ بوته در مترمربع و صفات ارتفاع گیاه، تعداد کل برگ، قطر ساقه، درصد ساقه، تعداد پنجه، تعداد گره، طول میانگره، عملکرد علوفه خشک چین اول و دوم و عملکرد کل علوفه خشک اندازه‌گیری و ارزیابی گردیدند. براساس نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها در دو سال آزمایش، ارقام مورد آزمایش به استثناء تعداد برگ از نظر بقیه صفات تفاوت آماری معنی‌دار نشان دادند. رقم اسپیدفید از نظر صفات طول میانگره و ارتفاع گیاه، لاین KFS1 از نظر تعداد گره، قطر ساقه و درصد ساقه و لاین MFS2 از نظر تعداد پنجه بیشترین میزان را دارا بودند. از نظر عملکرد علوفه خشک، لاین امیدبخش KFS1 با میانگین ۱۴/۷ تن در هکتار در چین اول، ۷/۸۱ تن در هکتار در چین دوم و ۲۲/۵۲ تن در هکتار تولید کل علوفه خشک بالاترین میزان عملکرد را به خود اختصاص داد. سطوح مختلف تراکم بوته تنها از نظر صفات درصد ساقه و قطر ساقه در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌دار نشان دادند به طوری که با افزایش تراکم بوته، درصد ساقه و تا حدودی ضخامت ساقه کاهش یافت. اثر متقابل رقم × تراکم بوته در مورد عملکرد علوفه خشک چین دوم در سطح ۱٪ و عملکرد کل علوفه خشک در سطح ۵٪ تفاوت آماری معنی‌دار داشتند. رقم اسپیدفید در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع با میانگین ۸/۵۸ تن در هکتار و لاین KFS1 در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع با میانگین ۱۰/۳۹ تن در هکتار بالاترین میزان علوفه خشک را در چین دوم تولید نمودند. از نظر عملکرد کل علوفه خشک نیز لاین KFS1 در تراکم ۲۰ و رقم اسپیدفید در تراکم ۴۰ بوته در مترمربع به ترتیب با میانگین ۲۶/۲ و ۲۲/۳ تن در هکتار بالاترین میزان را دارا بودند. بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان تراکم ۲۰ بوته در مترمربع را برای لاین KFS1 و تراکم ۴۰ بوته در مترمربع را برای رقم اسپیدفید در منطقه توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: سورگوم علوفه‌ای، تراکم بوته، رقم.

مقدمه

سورگوم با توجه به تنوع ژنتیکی بالا و وجود ارقام هیبرید با عملکرد بالا دارای قدرت سازگاری وسیع بوده و می تواند به نحو مطلوب در مناطق مختلف کشور مورد بهره برداری قرار گیرد.

تراکم بوته در واحد سطح در مورد سورگوم مانند بقیه گیاهان زراعی، تابع شرایط محیطی، رقم، هدف کشت، اندازه بذر، میزان رطوبت قابل مصرف در خاک و قوه نامیه بذر می باشد. تراکم بوته برای تولید دانه معمولاً کم و در مورد تولید علوفه، زیاد در نظر گرفته می شود (Buger and Campbell, 1961).

تراکم بوته در تولید علوفه می تواند بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ هزار در هکتار تغییر کند (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶). تراکم بوته سورگوم در طی مراحل اولیه رشد گیاه از اهمیت خاص برخوردار است زیرا سطح برگ قابل دسترسی برای جذب انرژی خورشیدی تابعی از تراکم بوته است (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶).

در مطالعه ای که روی اثر فواصل گیاه بر خصوصیات ظاهری ژنوتیپ های سورگوم انجام شد گزارش گردید که مورفولوژی گیاه در کیفیت علوفه مؤثر بوده و تراکم گیاهی روی مورفولوژی گیاه نیز تأثیر می گذارد. هر چند که شکل ظاهری تحت تأثیر تنوع ژنتیکی است افزایش فاصله ردیف باعث افزایش نفوذ نور و کاهش رقابت می گردد (Robinson et al., 1964).

سورگوم در تراکم های پایین با تولید پنجه بیشتر تعداد کم گیاه را در مترمربع جبران می نماید (Berenguer and Faci, 2001). در هر برداشت محصول سورگوم در اسپانیا کل ماده خشک قسمت های هوایی در واحد سطح برای تراکم های بالا بیشتر بود تا تراکم های کمتر، زیرا با افزایش تراکم، تولید بیوماس تا حدی به صورت خطی افزایش می یابد (Berenguer and Faci, 2001). همچنین گزارش شده که بالاترین عملکرد ماده خشک در سورگوم علفی در تراکم های ۶۰ تا ۷۰ بوته در مترمربع تولید می گردد (Shedrick, 1971). از سوی دیگر ایجاد تراکم یکنواخت بوته در گیاهان علوفه ای معمولاً مشکل است و همچنین هدف از عملکرد زیادتر جذب حداکثر تشعشع خورشید است و فواصل مساوی کاشت بین و روی ردیف ها به عنوان اولین فرصت برای امکان حداکثر جذب خورشیدی مطرح می باشد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۶۹).

بر اساس تحقیقات به عمل آمده، عواملی نظیر شرایط محیطی، ارتفاع بوته، تراکم بوته، زاویه برگ و مواد فتوسنتزی بیشترین نقش را در رابطه با تولید سورگوم دارا هستند (کوچکی و همکاران، ۱۳۶۶؛ آقا علیخانی، ۱۳۷۲). از مقایسه عملکرد چهار رقم و توده سورگوم علوفه ای در گنبد نتیجه گرفته شده که رقم اسپیدفید بیشترین عملکرد علوفه خشک و ارتفاع، ارقام جامبو و F1104 بیشترین نسبت برگ به ساقه را دارا بودند به طوری

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در دو سال ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بیرجند واقع در عرض جغرافیایی ۵۲° و ۳۲° و طول جغرافیایی ۱۲° و ۵۹° اجرا شد. میزان بارندگی در سال ۱۳۷۹، ۸۲/۵ میلی‌متر و در سال ۱۳۸۰، ۱۴۳/۸ میلی‌متر بود. در این تحقیق دو فاکتور رقم و تراکم به ترتیب با سه و پنج سطح مورد مطالعه قرار گرفتند. ارقام شامل سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید و لاین‌های امید بخش KFS1, MFS2 و سطوح مختلف تراکم شامل ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ بوته در مترمربع که مجموعاً ۱۵ تیمار را تشکیل می‌دادند. هر کرت شامل چهار خط شش متری به فاصله ۰/۵ متر و برداشت کرت‌ها و اندازه‌گیری صفات مرفولوژیک پس از حذف ۰/۵ متر ابتدا و انتهای خطوط، بر روی پنج بوته تصادفی از دو خط میانی انجام شد، مساحت برداشت جهت برآورد عملکرد تیمارها پنج مترمربع بود. پس از انتخاب قطعه آزمایشی، کودپاشی بر اساس نتایج آزمون خاک به میزان ۱۸۴ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره در سه نوبت و ۴۲ کیلوگرم در هکتار پتاس خالص از منبع سولفات پتاسیم و ۴۶ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 از منبع سوپر فسفات تریپل قبل از کاشت انجام شد، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایش در جدول‌های ۱ و ۲ درج شده است. تاریخ کاشت اول اردیبهشت ماه

که در دو سال اجرای آزمایش همبستگی قوی ($r = 0/8$) بین عملکرد ماده خشک و ارتفاع بوته مشاهده شد (گالشی و مظاهری، ۱۳۷۵).

بر اساس تحقیقات تعدادی از پژوهشگران، یکی از معیارهای سازگاری ارقام سورگوم در یک ناحیه داشتن عملکرد بالا است و مشاهده شده که عملکرد کمی و کیفی علوفه در شرایط مختلف با صفات مرفولوژیکی مثل قطر ساقه، زمان گلدهی، ارتفاع بوته، و نسبت برگ به ساقه بستگی دارد (Dong et al., 1994). از نتایج به دست آمده از تحقیق روی ریگراس مشخص گردید که تابش نور روی کل گیاه و مجموع نوری که به قسمت‌های گیاه می‌تابد روی پنجه‌زنی مؤثر است، همچنین در تراکم زیاد گیاهان، تغییر طول و عرض برگ باعث عمودی‌تر شدن برگ‌های توده و شاخص برداشت با افزایش کل ماده خشک ممکن است کاهش یابد. در تراکم زیاد بعضی از گیاهان و یا پنجه‌ها وارد مرحله زایشی نمی‌شوند و در نتیجه عملکرد اقتصادی کم می‌گردد. اُفت بیشتر کارایی زمانی رخ می‌دهد که رقابت آنقدر شدید باشد که بعضی از پنجه‌ها و گیاهان از بین بروند (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶). هدف از این تحقیق، بررسی عملکرد ارقام سورگوم علوفه‌ای در تراکم‌های متفاوت در واحد سطح برای توصیه بهترین رقم و مناسب‌ترین تراکم بوته در منطقه بیرجند بود.

خشک کل علوفه بودند. جهت خشک کردن نمونه‌های برداشت شده، از دستگاه خشک کن دانشکده کشاورزی بیرجند با درجه حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت استفاده شد. پس از برداشت نهایی تیمارها، اطلاعات و داده‌های دو سال پس از انجام آزمون یکنواختی واریانس اشتباهات آزمایشی با آزمون بارتلت، و اطمینان از تجانس واریانس‌ها با استفاده از نرم‌افزار Mstat-c تجزیه مرکب گردید و مقایسات میانگین تیمارها توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ با متوسط درجه حرارت ۱۵/۲ درجه سانتی‌گراد و تاریخ چین‌های اول و دوم به ترتیب اول مرداد و آخر مهرماه بود. در طول اجرای طرح مراحل داشت شامل یک نوبت تنک بر اساس تراکم‌های مورد نظر، و چین علف‌های هرز، آبیاری بر اساس دوره روز و یادداشت برداری‌های مورد نظر انجام شد. صفات مورد اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع گیاه، تعداد کل برگ، قطر ساقه، درصد ساقه در بوته، تعداد پنجه در بوته، تعداد گره در پنجه اصلی، طول میانگره دوم (فاصله بین گره دوم و سوم)، وزن خشک علوفه در دو چین و وزن

جدول ۱- مشخصات فیزیکی خاک مزرعه آزمایشی ایستگاه تحقیقات کشاورزی بیرجند

Table 1. Physical characteristics of soil in Birjand Agricultural Research Station

Texture	بافت	شن Sand %	لای Silt %	رس Clay %
Loam	لومی	33	47	20

جدول ۲- مشخصات شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی ایستگاه تحقیقات کشاورزی بیرجند

Table 2. Chemical characteristics of soil in Birjand Agricultural Research Station

پتاسیم قابل جذب K (ava.) (mgkg ⁻¹)	فسفر قابل جذب P (ava.) (mgkg ⁻¹)	کربن آلی O. C (%)	واکنش گل اشباع pH of paste	هدایت الکتریکی EC (dsm ⁻¹)
280	16	0.5	7.8	1.4

K (ava.) = Available potassium

P (ava.) = Available phosphorus

O. C = Organic carbon

EC = Electrical conductivity

که اثر سال در مورد صفات عملکرد علوفه خشک چین اول، عملکرد کل علوفه خشک، تعداد برگ و طول میانگره دوم در سطح

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها در دو سال آزمایش (جدول ۳) نشان دهنده این است

نتایج حاصل از مقایسه میانگین صفات توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در جدول ۴ الف تا ۴ ج درج شده است. از نظر عملکرد کل علوفه خشک، لاین امیدبخش KFS1 با میانگین ۲۲/۵ تن در هکتار بالاترین میزان و لاین MFS2 با میانگین ۱۱/۹ تن در هکتار کمترین میزان را داشتند (جدول ۴ الف).

از نظر عملکرد علوفه خشک چین اول، لاین KFS1 با میانگین ۱۴/۷ تن در هکتار بیشترین و لاین MFS2 با میانگین ۶/۷ تن در هکتار کمترین مقدار را دارا بودند (جدول ۴ الف). در مورد صفت عملکرد علوفه خشک چین دوم، رقم اسپیدفید و لاین KFS1 با میانگین ۶/۷ و ۷/۸ تن در هکتار نسبت به لاین MFS2 با ۵/۲ تن در هکتار برتری داشتند (جدول ۴ الف). این موضوع با توجه به خصوصیات رقم و لاین‌های مورد مطالعه قابل بحث است. افزایش عملکرد علوفه خشک در لاین KFS1 تا حدود زیادی مربوط به درصد ساقه بیشتر آن می‌باشد (جدول ۴ الف). لاین KFS1 در مقایسه با رقم اسپیدفید و لاین MFS2 درصد ساقه و ضخامت ساقه بیشتری داشت. درصد ساقه تابعی از قطر ساقه و تعداد گره می‌باشد و لاین KFS1 قطر ساقه و تعداد گره بیشتری نسبت به رقم اسپیدفید و لاین MFS2 داشت. بین درصد ساقه با عملکرد علوفه خشک ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد (Thurman et al., 1960).

احتمال ۱٪ و از نظر ارتفاع گیاه در سطح ۵٪ معنی‌دار بود ولی از نظر بقیه صفات این اثر معنی‌دار نگردید. ارقام مورد مطالعه از نظر عملکرد علوفه خشک چین اول و دوم، تعداد پنجه در بوته، طول میانگره دوم، ارتفاع گیاه، قطر ساقه و درصد ساقه در بوته در سطح احتمال ۱٪ و از نظر تعداد گره در پنجه اصلی در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌دار نشان داد ولی از نظر بقیه صفات تفاوتی بین ارقام مورد مطالعه مشاهده نگردید (جدول ۳).

اثر متقابل رقم × سال از نظر تعداد برگ، طول میانگره دوم و قطر ساقه در سطح احتمال ۱٪ و از نظر صفات تعداد گره در پنجه اصلی و تعداد پنجه در بوته در سطح احتمال ۵٪ تفاوت آماری معنی‌دار نشان داد ولی از نظر بقیه صفات تفاوتی از این نظر مشاهده نگردید.

سطوح مختلف تراکم بوته تنها از نظر صفات قطر ساقه و درصد ساقه در بوته در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌دار نشان دادند. اثر متقابل سال × تراکم نیز تنها از نظر صفت تعداد برگ در سطح احتمال ۵٪ تفاوت آماری معنی‌دار داشت. اثر متقابل رقم × تراکم تنها در مورد صفات عملکرد علوفه خشک چین دوم و عملکرد کل علوفه خشک به ترتیب در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ اختلاف آماری معنی‌دار نشان دادند. اثر متقابل سال × رقم × تراکم تنها از نظر صفت قطر ساقه در سطح احتمال ۵٪ تفاوت آماری معنی‌دار نشان داد ولی از نظر بقیه صفات این اثر معنی‌دار نگردید (جدول ۱).

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب برای صفات مختلف سورگوم علوفه‌ای در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰
مقادیر F

Table 3. Combined analysis of variance for different traits of forage sorghum in 2000 and 2001

S. O. V.	منابع تغییرات	df	DFY1	DFY2	TDFY	TN	LN	NON	IL	PH	SD	SP
Year (Y)	سال	1	10.520**	0.00 ^{ns}	6.90**	0.00 ^{ns}	20.49**	1.79 ^{ns}	93.70**	110.00*	0.32 ^{ns}	0.270 ^{ns}
E (a)	اشتباه	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cultivar (C)	رقم	2	53.840**	14.32**	59.80**	15.88**	0.17 ^{ns}	29.88*	7.64**	7.00**	87.20**	79.500**
Y × C	رقم × سال	2	0.329 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.21 ^{ns}	4.62*	6.53**	2.30*	5.20**	4.06 ^{ns}	12.90**	0.002 ^{ns}
Density (D)	تراکم	4	0.388 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.21 ^{ns}	0.87 ^{ns}	1.05 ^{ns}	1.16 ^{ns}	1.37 ^{ns}	0.94 ^{ns}	4.20**	5.100**
Y × D	سال × تراکم	4	0.350 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.23 ^{ns}	1.59 ^{ns}	2.83*	1.93 ^{ns}	0.78	0.45 ^{ns}	1.90 ^{ns}	0.000 ^{ns}
D × C	رقم × تراکم	8	0.996 ^{ns}	4.04**	1.96*	0.89 ^{ns}	1.02 ^{ns}	0.45 ^{ns}	1.39	0.29 ^{ns}	0.75 ^{ns}	1.440 ^{ns}
Y × D × C	سال × رقم × تراکم	8	0.159 ^{ns}	0.00 ^{ns}	0.10 ^{ns}	0.44 ^{ns}	0.51 ^{ns}	0.29 ^{ns}	0.93	0.20 ^{ns}	2.24*	0.000 ^{ns}
E (b)	اشتباه	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

نشریه تحقیقات "نهال و بذر" جلد ۲۰، شماره ۴، سال ۱۳۸۳

ns, * and **: Not significant, significant at the 5% and 1% levels of probability respectively. ns, * and **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

DFY1: Dry forage yield of the first harvest DFY2: Dry forage yield of the second harvest
TDFY: Total dry forage yield TN: Tiller number per plant
LN: Leaf number NON: Number of nodes per main tiller IL: Second internode length PHI: Plant height SD: Stem diameter
SP: Stem percentage of plant

از نظر طول میانگره دوم، رقم اسپیدفید با میانگین ۱۰/۸ سانتی متر بیشترین میزان و لاین MFS2 با میانگین ۹/۱ سانتی متر از این نظر کمترین میزان را دارا بود (جدول ۴ الف).

از نظر درصد ساقه، لاین KFS1 که دوره رشد طولانی تری نسبت به سایر ارقام داشت با میانگین ۴۵/۵ درصد بیشترین و رقم اسپیدفید با میانگین ۳۴/۵ درصد کمترین میزان را دارا بودند (جدول ۴ الف). محققین دیگر نیز گزارش کردند که درصد ساقه در سورگوم علوفه‌ای با طولانی شدن دوره رشد گیاه افزایش می‌یابد (Fisher and Burns, 1987).

مقایسه میانگین سطوح مختلف تراکم بوته از نظر صفت قطر ساقه نشان می‌دهد که بیشترین قطر ساقه مربوط به تراکم ۲۰۰ هزار بوته در هکتار (۲۰ بوته در مترمربع) و کمترین آن مربوط به تراکم ۳۵۰ هزار بوته در هکتار بود که این نتیجه به این دلیل است که کاهش رقابت بین بوته‌ها سبب می‌گردد که گیاه از عوامل محیطی حداکثر استفاده را بنماید. روند تغییرات درصد ساقه در بوته با افزایش تراکم تا حدودی سیر نزولی نشان می‌دهد (جدول ۴ ب).

میانگین اثر متقابل رقم \times تراکم نشان داد که عملکرد علوفه خشک رقم اسپیدفید و لاین MFS2 با افزایش تراکم بوته روند افزایشی نشان می‌دهد (جدول ۴ ج). این موضوع توسط برخی دیگر از محققان نیز گزارش شده است (Bebawi and Mazloun, 1985) در حالی که لاین KFS1 در تراکم ۲۰۰ هزار بوته

تحقیقات عده دیگری از پژوهشگران نیز نشان می‌دهد که بیشترین علوفه خشک مربوط به ارقامی است که یا بیشترین ساقه فعال را داشته و یا پنجه‌زنی خوبی دارند (Robinson et al., 1964). به طور کلی در تعیین عملکرد علوفه خشک نقش ساقه بیشتر از برگ است و هرچه نسبت برگ به ساقه بیشتر باشد انتظار می‌رود عملکرد علوفه خشک کمتر باشد (رضوانی مقدم، ۱۳۶۹).

از نظر قطر ساقه لاین KFS1 با میانگین ۱۴/۶ میلی‌متر بیشترین و رقم اسپیدفید با میانگین ۹/۷ میلی‌متر کمترین میزان را دارا بود. از نظر تعداد پنجه در بوته لاین MFS2 بیشترین تعداد پنجه و لاین KFS1 کمترین میزان پنجه‌زنی را داشتند. تعداد پنجه با ارتفاع ساقه ($r = -0.34$) با تعداد گره ($r = -0.59$) با قطر ساقه ($r = -0.4$) و با طول میانگره دوم ($r = -0.3$) همبستگی منفی داشت (جدول همبستگی ارائه نشده است). از نظر تعداد گره در پنجه اصلی لاین MFS2 تعداد گره کمتری نسبت به رقم اسپیدفید و لاین KFS1 داشت که این امر می‌تواند به دلیل پنجه‌زنی زیاد لاین MFS2 و رقابت داخلی بوته و در نتیجه کاهش ارتفاع و تعداد گره باشد. افزایش پنجه‌زنی باعث کاهش نفوذ نور به قاعده بوته شده لذا طول میانگره‌های پایین بیشتر می‌شود و این امر باعث کاهش تعداد گره می‌گردد (Lucase, 1986). از نظر ارتفاع بوته رقم اسپیدفید با ۱۳۲/۲ سانتی‌متر دارای ارتفاع بیشتری نسبت به لاین MFS2 بود.

جدول ۴ الف - مقایسه میانگین صفات مختلف سورگوم علوفه‌ای

Table 4a. Mean comparison of different traits of forage sorghum

Treatment	تعداد چین اول DFY1 (tonha ⁻¹)	تعداد چین دوم DFY2 (tonha ⁻¹)	تعداد کل علوفه خشک TDFY (tonha ⁻¹)	تعداد پنجه در بوته TN	تعداد برگی LN	تعداد گره در پنجه اصلی NON	طول میانگره دوم IL (cm)	قطر ساقه SD (mm)	ارتفاع گیاه PH (cm)	درصد ساقه در بوته S.P
2000 (Y ₁)	9.0 b	6.6 a	15.6 b	1.9 a	9.7 b	7.7 a	11.6 a	11.3 a	103.4 b	39.1 a
2001 (Y ₂)	11.2 a	6.6 a	17.7 a	2.0 a	10.7 a	8.1 a	8.2 b	11.1 a	145.4 a	39.5 a
Cultivar (C)	رقم									
Speed feed (C ₁)	8.9 b	6.7 a	18.6 b	2.4 b	10.3 a	7.4 b	10.8 a	9.2 b	132.2 a	34.5 c
KFS ₁ (C ₂)	14.7 a	7.8 a	22.5 a	1.0 b	10.3 a	9.3 a	9.7 ab	14.6 a	127.7 a	45.5 a
MFS ₂ (C ₃)	6.7 c	5.2 b	11.9 c	2.6 a	10.1 a	6.9 b	9.1 b	9.7 b	113.4 b	37.2 b
رقم × سال (Y × C)										
Y ₁ C ₁	8.2 a	6.7 a	14.9 a	2.4 ab	9.5 b	7.4 a	12.9 a	9.1 cd	118.7 c	34.5 a
Y ₁ C ₂	13.6 a	7.8 a	21.4 a	1.5 c	10.3 ab	9.4 a	10.7 b	16 a	100.3 d	45.5 a
Y ₁ C ₃	5.3 a	5.2 a	10.5 a	2.1 bc	9.3 b	6.4 a	11.3 ab	8.8 d	91.3 d	37.2 a
Y ₂ C ₁	9.6 a	6.7 a	16.3 a	2.4 ab	11.0 a	7.5 a	8.7 c	9.3 cd	145.7 ab	34.8 a
Y ₂ C ₂	15.8 a	7.8 a	23.7 a	0.6 d	10.2 ab	9.2 a	8.8 c	13.3 b	154.9 a	45.9 a
Y ₂ C ₃	7.9 a	5.2 a	13.2 a	3.0 a	10.9 a	7.5	6.9 d	10.6 c	135.6 b	37.6 a

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح 5٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% probability level, according to Duncan's Multiple Range Test.

DFY1: Dry forage yield of the first harvest

TDFY: Total dry forage yield

LN: Leaf number

PH: Plant height

IL: Second internode length

DFY2: Dry forage yield of the second harvest

TN: Tiller number per plant

NON: Number of nodes per main tiller

S.D: Stem diameter

S.P: Stem percentage of plant

جدول ۴ ب - مقایسه میانگین صفات مختلف سورگوم علوفه‌ای

Table 4b. Mean comparison of different traits of forage sorghum

Treatment	تیمار	عملکرد خشک چین اول DFY1 (tonha ⁻¹)	عملکرد علوفه خشک دوم DFY2 (tonha ⁻¹)	عملکرد کل علوفه خشک TDFY (tonha ⁻¹)	تعداد پنجه در بوته TN	تعداد برگ LN	تعداد گره در پنجه اصلی NON	طول میانگرمه دوم IL (cm)	فطر ساقه SD (mm)	ارتفاع گیاه PH (cm)	درصد ساقه در بوته S/P
Plant density (plant m ⁻²)	تراکم بوته										
D ₁	۲۰ بوته در مترمربع	10.3 a	6.5 a	16.8 a	2.3 a	10.7 a	8.4 a	9.7 a	12.5 a	125.2 a	41.3 a
D ₂	۲۵ بوته در مترمربع	10.4 a	6.3 a	16.7 a	2.2 a	10.1 a	7.8 a	9.3 a	10.7 b	123.4 a	40.1 ab
D ₃	۳۰ بوته در مترمربع	9.6 a	6.7 a	16.4 a	1.7 a	10.0 a	7.6 a	9.9 a	11.2 ab	118.9 a	39.6 ab
D ₄	۳۵ بوته در مترمربع	9.6 a	6.6 a	16.2 a	2.1 a	10.1 a	7.7 a	10.0 a	10.2 b	123.7 a	37.2 b
D ₅	۴۰ بوته در مترمربع	10.6 a	6.7 a	17.3 a	1.8 a	10.2 a	8.1 a	10.5 a	11.3 ab	130.9 a	37 b
Y × D	تراکم × سال										
Y ₁ D ₁		9.9 a	6.5 a	16.4 a	2.4 a	10.8 ab	8.8 a	11.6 a	13.3 a	108.6 a	37.1 a
Y ₁ D ₂		9.5 a	6.3 a	15.8 a	1.7 a	9.8 bcde	7.8 a	11.1 a	10.7 a	100.3 a	39.6 a
Y ₁ D ₃		8.5 a	6.7 a	15.2 a	1.9 a	9.6 cde	7.3 a	11.1 a	11.7 a	98.4 a	37.2 a
Y ₁ D ₄		8.3 a	6.6 a	14.9 a	2.0 a	9.1 e	7.3 a	11.9 a	9.6 a	99.4 a	40.1 a
Y ₁ D ₅		8.9 a	6.7 a	15.7 a	2.0 a	9.5 de	7.5 a	12.5 a	10.9 a	110.5 a	41.3 a
Y ₂ D ₁		10.7 a	6.5 a	17.2 a	2.1 a	10.6 abc	7.9 a	7.8 a	11.6 a	141.7 a	37.4 a
Y ₂ D ₂		11.4 a	6.3 a	17.7 a	2.8 a	10.5 abcd	7.7 a	7.5 a	10.6 a	146.5 a	40.0 a
Y ₂ D ₃		10.8 a	6.7	17.5 a	2.1 a	10.5 abcd	7.9 a	8.8 a	10.7 a	139.5 a	37.6 a
Y ₂ D ₄		10.8 a	6.6 a	17.5 a	1.5 a	11.1 a	8.2 a	8.1 a	10.7 a	147.9 a	40.5 a
Y ₂ D ₅		12.1 a	6.7 a	18.9 a	2.6 a	11.0 a	8.6 a	8.6 a	11.7 a	151.4 a	41.8 a

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% probability level, according to Duncan's Multiple Range Test.

D₁=20 plant m⁻² D₂=25 plant m⁻² D₃=30 plant m⁻² D₄=35 plant m⁻² D₅=40 plant m⁻²

جدول ۴ ج- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی

Table 4c. Mean comparison of studied traits

Treatment	تیمار	عملکرد علوفه خشک چین اول DFY1 (tonha ⁻¹)	عملکرد علوفه خشک چین دوم DFY2 (tonha ⁻¹)	عملکرد کل علوفه خشک TDFY (tonha ⁻¹)	تعداد پنجه در بوته TN	تعداد برگ LN	تعداد گره در پنجه اصلی NON	طول میانگره دوم IL (cm)	قطر ساق SD (mm)	ارتفاع گیاه PH (cm)	درصد ساقه در بوته S.P
تولکم بونه × رقم											
Plant dincity × Cultivar											
C ₁ D ₁		8.9 a	5.2 cd	18.0 bcde	3.1 a	11.0 a	7.5 a	9.5 a	10.7 a	128.2 a	31.2 a
C ₁ D ₂		7.9 a	7 bc	16.5 bcdef	3.1 a	9.6 a	7.3 a	10.2 a	8.1 a	131.1 a	34.6 a
C ₁ D ₃		8.7 a	5.6 bc	18.2 bcde	1.8 a	10.0 a	7.4 a	10.4 a	9.3 a	128.1 a	33.6 a
C ₁ D ₄		9.8 a	6.7 bc	18.3 bcde	2.0 a	10.0 a	7.4 a	12.2 a	8.4 a	137.8 a	37.3 a
C ₁ D ₅		9.4 a	8.6 ab	22.9 abc	2.1 a	10.8 a	7.5 a	11.6 a	9.6 a	135.8 a	36.5 a
C ₂ D ₁		15.8 a	10.4 a	26.2 a	0.7 a	10.5 a	10.1 a	9.9 a	15.9 a	131.4 a	42.6 a
C ₂ D ₂		16.8 a	6.9 bc	23.7 ab	1.4 a	10.5 a	9.5 a	9.0 a	14.6 a	125.9 a	46.1 a
C ₂ D ₃		13.3 a	8.1 abc	21.3 abc	0.9 a	10.1 a	8.7 a	10.5 a	14.2 a	120.5 a	44.9 a
C ₂ D ₄		12.7 a	7.1 bc	19.8 abcd	1.3 a	9.9 a	8.9 a	9.5 a	12.9 a	126.9 a	47.3 a
C ₂ D ₅		14.9 a	6.6 bc	21.5 abc	0.9 a	10.2 a	9.3 a	10.2 a	15.4 a	133.5 a	47.6 a
C ₃ D ₁		6. a	3.9 d	10.6 f	2.9 a	10.5 a	7.6 a	9.7 a	10.8 a	115.9 a	37.9 a
C ₃ D ₂		6.6 a	5.1 cd	12.3 ef	2.2 a	10.3 a	6.4 a	8.6 a	9.3 a	113.1 a	38.6 a
C ₃ D ₃		6.9 a	6.1 bc	15.5 def	2.5 a	9.9 a	6.6 a	8.9 a	10.2 a	108.2 a	33.7 a
C ₃ D ₄		6.3 a	6.1 bc	14.9 def	2.8 a	10.3 a	6.9 a	8.6 a	9.1 a	106.3 a	38.4 a
C ₃ D ₅		7.4 a	5.0 cd	13.7 def	2.3 a	9.6 a	7.4 a	9.8 a	8.9 a	123.6 a	40.5 a

میانگین های دارای حروف یکسان در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% probability level, according to Duncan's Multiple Range Test.

DFY1 = Dry forage yield of the first harvest

TDFY = Total dry forage yield

LN = Leaf number

PH = Plant height

S.P = Stem percentage of plant

DFY2 = Dry forage yield of the second harvest

TN = Tiller number per plant

NON = Number of nodes per main tiller

SD = Stem diameter

IL = Second Internode length

جدول ۵- اثر متقابل تراکم بوته، رقم و سال در قطر ساقه سورگوم علوفه‌ای
 Table 5. Effect of plant density, cultivar and year interactions on stem diameter of forage sorghum

تراکم × رقم × سال Y × C × D	قطر ساقه SD (mm)
Y ₁ C ₁ D ₁ *	11.9 cdefgh
Y ₁ C ₁ D ₂	7.3 k
Y ₁ C ₁ D ₃	9.1 ghijk
Y ₁ C ₁ D ₄	7.6 jk
Y ₁ C ₁ D ₅	9.6 fghijk
Y ₁ C ₂ D ₁	18.1 a
Y ₁ C ₂ D ₂	17.1 a
Y ₁ C ₂ D ₃	15.0 abc
Y ₁ C ₂ D ₄	12.9 cdef
Y ₁ C ₂ D ₅	16.9 ab
Y ₁ C ₃ D ₁	9.9 efghijk
Y ₁ C ₃ D ₂	7.8 ijk
Y ₁ C ₃ D ₃	11.1 defghi
Y ₁ C ₃ D ₄	8.5 hijk
Y ₁ C ₃ D ₅	6.5 k
Y ₂ C ₁ D ₁	9.4 ghijk
Y ₂ C ₁ D ₂	8.9 ghijk
Y ₂ C ₁ D ₃	9.5 ghijk
Y ₂ C ₁ D ₄	9.3 ghijk
Y ₂ C ₁ D ₅	9.7 efghijk
Y ₂ C ₂ D ₁	13.8 cd
Y ₂ C ₂ D ₂	12.1 cdefg
Y ₂ C ₂ D ₃	13.5 cd
Y ₂ C ₂ D ₄	13.1 cde
Y ₂ C ₂ D ₅	14.0 bcd
Y ₂ C ₃ D ₁	11.6 defgh
Y ₂ C ₃ D ₂	10.9 defghij
Y ₂ C ₃ D ₃	9.3 ghijk
Y ₂ C ₃ D ₄	9.8 efghijk
Y ₂ C ₃ D ₅	11.3 defgh

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means followed by similar letters are not significantly different at 5% probability level, according to Duncan's Multiple Range Test.

S.D = Stem diameter
 * See Table 4a and 4b

در هکتار با میانگین ۲۶/۲ تن در هکتار بیشترین عملکرد کل علوفه خشک را به خود اختصاص داد (جدول ۴ ج).
 از نظر عملکرد علوفه خشک چین دوم نیز لاین KFS1 در تراکم ۲۰۰ هزار بوته در هکتار بالاترین میزان را با میانگین ۱۰/۴

بیشترین و لاین MFS2 در همان سال و تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار با میانگین ۶/۵ میلی متر کمترین میزان ضخامت ساقه را داشتند (جدول ۵).

بر اساس نتایج این تحقیق می توان تراکم ۴۰۰ هزار بوته در هکتار را برای رقم اسپیدفید و لاین MFS2 و تراکم ۲۰۰ هزار بوته در هکتار را برای لاین KFS1 جهت دستیابی به حداکثر عملکرد علوفه خشک در شرایط اقلیمی شهرستان بیرجند توصیه نمود.

سپاسگزاری

بدینوسیله از زحمات کلیه همکاران محترم به ویژه از مدیریت محترم ایستگاه بیرجند که در طول اجرای طرح مساعدت و همکاری فراوان نمودند سپاسگزاری می گردد.

تن در هکتار به خود اختصاص داد (جدول ۴ ج).

در حالت کلی می توان نتیجه گرفت که در رقم اسپیدفید و لاین MFS2 افزایش تراکم بوته در واحد سطح با افزایش عملکرد علوفه در هکتار همراه بود. پژوهشگران دیگر نیز چنین نتایجی را گزارش کرده اند (Amano and Salazar, 1991). لاین KFS1 در تراکم ۲۰۰ هزار بوته در هکتار عملکرد علوفه خشک بالاتری داشت که این امر شاید به این دلیل باشد که لاین مذکور تا حدودی تراکم پایین بوته را با تولید ساقه بیشتر و ضخیم تر جبران می کند (جدول ۴ ج).

میانگین اثر متقابل تراکم \times رقم \times سال نشان دهنده این بود که از نظر قطر ساقه لاین امیدبخش KFS1 در سال اول و تراکم ۲۰۰ هزار بوته در هکتار با میانگین ۱۸/۱ میلی متر

منابع مورد استفاده

- آقا علیخانی، م. ۱۳۷۲. بررسی تأثیر مقادیر مختلف و شیوه توزیع کود ازت بر منحنی رشد و خصوصیات کمی و کیفی سورگوم علوفه ای. سومین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز. صفحه ۴۳۶.
- راشد محصل، م. ح.، حسینی، م.، عبدی، م.، و ملافیلابی، ع. ۱۳۷۶. زراعت غلات (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۶ صفحه.
- رضوانی مقدم، پ. ۱۳۶۹. اثر مقادیر مختلف کود ازته بر ارزش غذایی، عملکرد و خصوصیات رشد چهار رقم سورگوم علوفه ای. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۴۴ صفحه.
- سومدنیا، غ.، و کوچکی، ع. ۱۳۶۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۷ صفحه.

کوچکی، ع.، خیابانی، ح.، و سرمدنیا، غ. ۱۳۶۶. تولید محصولات زراعی (ترجمه). انتشارات فرهنگی رضوی مشهد، ۶۳۸ صفحه.

گالشی، س.، و مظاهری، د. ۱۳۷۵. مقایسه عملکرد چهار رقم و توده سورگوم علوفه‌ای در گنبد. چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان. صفحه ۶۷۸.

Amano, L. O., and Salazar, A. M. 1991. Comparative productivity of corn and sorghum as affected by population density and nitrogen fertilization. *Sorghum and Millet Abstracts* 16: 5-11.

Bebawi, F. F., and Mazloun, A. E. 1985. Effects of sowing pattern and seed rate on green-chop yield of forage sorghum. *Expl. Agri.* 22: 301-306.

Berenguer, M. J., and Faci, J. M. 2001. Sorghum yield compensation processes under 12 different plant densities and variable water supply. *European Journal of Agronomy* 15: 43-55

Buger, A. W., and Campbell, W. F. 1961. Effect of rates and methods of seeding on the original stand, tillering, stem diameter, leaf-stem ratio and yield of sudangrass. *Agronomy Journal* 53: 289-291.

Dong, O. P., LTN, C. S., Ander, O., Johnson, J. J., and Hamilton, R. I. 1994. Selecting stable and high-yielding sorghum cultivars for the semi-arid tropics. *International Sorghum and Millets Newsletter* 74: 759-762

Fisher, D. S., and Burns, J. C. 1987. Effect of forage carbohydrate constituents on silage fermentation. *Agronomy Journal* 79: 242-248.

Lucase, E. O. 1986. The effect of density and nitrogen fertilizer on the growth and yield of in maize (*Zea mays* L.) in Nigeria. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 107: 573-578.

Robinson, R. G., Bernat, L. A., Nelson, W. W., Thompson, R. L., and Thompson, J.R. 1964. Row spacing and plant population for grain sorghum in the humid north. *Agronomy Journal* 56: 189-191

Shedrick, R. D. 1971. Trials of sorghum for forage. The Grassland Research Institute Hurley, Maleden head, Berks. Technical Report No: 9.

Thurman, R. L., Stallcup, O. T., and Reamens, G. E. 1960. Quantity factors of sorghos a silage. *Crop Science University of Arkansas, Bulletin* 632.

آدرس نگارندگان:

علی آذری نصرآباد- ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بیرجند، صندوق پستی ۴۱۳، بیرجند.
محمود بازاری- سازمان توسعه تجارت ایران، صندوق پستی ۱۱۴۸، تهران.