



بررسی اثر تراکم بر عملکرد و اجزاء عملکرد در ارقام و لاین‌های سورگوم دانه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) در بیرجند

*علی آذری نصرآباد^۱ و سیدحمیدرضا رمضان^۲

^۱مربی پژوهشی و عضو هیئت علمی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی،
کارشناس ارشد اصلاح نباتات و محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان جنوبی
تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۰/۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۵/۱۴

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی صفات مورفولوژیکی، عملکرد و اجزاء عملکرد در ۳ رقم سورگوم دانه‌ای کیمیا، سپیده، پیام و ۲ لاین خالص امیدبخش M₂، M₅ تحت تأثیر ۴ میزان تراکم (۲۰۵، ۲۴۰، ۲۷۰ و ۱۳۵ هزار بوته در هکتار) به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بیرجند اجرا گردید. یادداشت‌برداری‌های لازم در طول فصل رشد انجام شد و در نهایت میزان عملکرد دانه، وزن هزار دانه و شاخص برداشت اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب آزمایش حاکی از آن بود که ارقام و لاین‌های مورد مطالعه از نظر تمامی صفات مورد نظر در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌دار داشتند. سطوح مختلف تراکم بوته از نظر تعداد پنجه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد و از نظر قطر ساقه در سطح ۵ درصد تفاوت نشان دادند. سطوح مختلف اثر متقابل رقم در تراکم از نظر تعداد پنجه و شاخص برداشت در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت آماری معنی‌دار نشان دادند. براساس نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان تراکم ۲۴۰۰۰۰ بوته در هکتار و لاین امیدبخش M₅ را برای منطقه بیرجند توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: تراکم بوته، سورگوم دانه‌ای، عملکرد و اجزای عملکرد

*- مسئول مکاتبه: azari.ali2003@gmail.com

مقدمه

نظر به اهمیت دامپروری در استان خراسان جنوبی و توسعه روزافزون واحدهای دامپروری صنعتی، انتخاب و معرفی ارقام جدید و انجام بررسی‌های به‌زراعی سورگوم ضرورت محسوسی است که با تأکید بر وجود استعدادهای بالقوه و شرایط خاص آبی و خاکی استان می‌بایست قدم‌های مؤثری در جهت توسعه و افزایش سطح زیرکشت این گیاه برداشته شود. خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی خاص این گیاه سبب شده است که به‌عنوان شاخص گیاهان زراعی مقاوم به خشکی معرفی شود. سورگوم جهت رشد و نمو و تولید عملکرد بالا و قابل اعتماد حتی در شرایط سخت، نیاز آبی کمتری نسبت به سایر گیاهان زراعی دارد. با توجه به توسعه سطح زیر کشت این محصول به‌ویژه در خراسان جنوبی و همچنین عدم انجام طرح‌های به‌زراعی در زمینه ارایه الگوی کشت و توصیه تراکم مناسب در مورد ارقام و لاین‌های سورگوم دانه‌ای، انجام این تحقیق در راستای رفع تنگناهای موجود است. مطالعات انجام یافته حاکی از آن است که ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شرایط محیطی متفاوت پاسخ غیریکسانی از تأثیر تراکم بر رشد و عملکرد را بروز می‌دهد. گزارش شده است که بیشترین میزان عملکرد دانه و تولید ماده خشک در تراکم بالا به‌دست می‌آید ولی شاخص برداشت در این تراکم مشابه سایر تراکم‌ها است (فیشر و ویلسون، ۱۹۷۵). همچنین تراکم‌های متفاوت بوته بر روی عملکرد دانه، شاخص برداشت و ماده خشک هوایی اثر معنی‌داری ندارند و در حقیقت تولید پنجه بیشتر، تعداد دانه درخوشه و وزن دانه بالاتر در تراکم‌های پایین‌تر اتفاق می‌افتد. این نتایج نشان دادند که تراکم‌های بالا نمی‌توانند برای عملکرد سورگوم دانه‌ای مفید باشند (برنگوئر و فیسی، ۲۰۰۱). سورگوم قابلیت تولید پنجه را در تراکم پایین دارد که در عملکرد نهایی محصول مؤثر است (کریگ و لاسانو، ۱۹۹۰). تراکم پایین در شرایط آبیاری مطلوب می‌تواند به‌وسیله تعداد بیشتر دانه در خوشه و وزن دانه مؤثر باشد (اسماعیل و علی، ۱۹۹۶). همچنین پژوهش بر روی ژنوتیپ‌های مختلفی از سورگوم نشان داد که کاهش تعداد بذر در واحد سطح با افزایش وزن دانه همراه است (مالیکارجون و خانور، ۱۹۹۸). از طرف دیگر گزارش شده است که صفات مورفولوژیکی سورگوم با تغییر تراکم گیاهی، تغییر معنی‌داری پیدا می‌کند و اثر این تغییر بر روی ژنوتیپ‌های مختلف، متفاوت می‌باشد (گارواتا و چرنی، ۱۹۹۰). در بررسی سازگاری ۱۰ رقم سورگوم هیبرید دانه‌ای، رقم رویینو^۱ رقم برتر

گزارش گردید (بهشتی، ۱۹۹۱). همچنین تراکم گیاهی و تاریخ کاشت از عوامل مؤثر در تغییر اجزاء عملکرد و تغییرات تعداد پنجه بیان شده است (گریک و نلی، ۱۹۸۷). این پژوهش با هدف تعیین بهترین تراکم بوته در ارقام و لاین‌های سورگوم دانه‌ای در خراسان جنوبی انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این طرح در ۳ تکرار با ارقام کیمیا، سپیده، پیام و لاین‌های خالص M_2 , M_5 سورگوم دانه‌ای در دو سال متوالی در ۴ تراکم (۲۴۰، ۲۰۵، ۱۷۰ و ۱۳۵ هزار بوته در هکتار) به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. این ارقام و لاین‌ها در آزمایش‌های سال‌های ۸۲ و ۸۳ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بیرجند برتری نشان داده بودند. هر تیمار شامل ۴ خط به طول ۱۰ متر و فاصله بین خطوط ۶۰ سانتی‌متر و مساحت کل کرت ۲۴ مترمربع بود. پس از تهیه زمین در فروردین ماه هر سال، کوددهی تیمارها براساس نتایج آزمون خاک انجام گرفت. یادداشت برداری پس از انتخاب تصادفی ۵ بوته رقابت‌کننده از دو خط میانی کشت برای صفات زیر انجام گرفت.

ارتفاع گیاه: از سطح زمین تا انتهای گیاه برحسب سانتی‌متر.

تعداد برگ پنجه اصلی: میانگین تعداد برگ پنجه اصلی در ۵ بوته انتخابی هر کرت.

قطر ساقه: برحسب میلی‌متر توسط کولیس قبل از برداشت بین گره سوم و چهارم بالای سطح زمین.

طول پانیکول: از متوسط طول ۱۰ پانیکول پنجه اصلی هر کرت به دست آمد.

عملکرد دانه: جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه، برداشت در هر کرت پس از حذف دو خط کناری و یک متر از ابتدای دو خط میانی از سطح ۷/۲ مترمربع صورت پذیرفت و سپس عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت محاسبه گردید.

وزن هزاردانه: از توزین ۵ نمونه صدتایی بذر حاصل شد.

تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون SNK صورت پذیرفت. برای حصول اطمینان از تجانس واریانس اشتباهات آزمایشی در مورد صفات مورد بررسی از آزمون بارتلت استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله (جدول ۱) نشان می‌دهد که اثر سال در مورد صفت‌های قطر ساقه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود ولی از نظر شاخص برداشت، تعداد پنجه، تعداد برگ در ساقه اصلی، طول پانیکول و ارتفاع گیاه اثر سال معنی‌دار نگردید.

ارقام و لاین‌های مورد آزمایش از نظر شاخص برداشت، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه، تعداد پنجه، تعداد برگ در ساقه اصلی، قطر ساقه، طول پانیکول و ارتفاع گیاه در سطح احتمال یک درصد تفاوت آماری نشان دادند که حاکی از وجود تنوع بین ارقام مورد مطالعه از این نظر می‌باشد.

اثر متقابل سال و رقم از نظر صفات قطر ساقه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و از نظر صفت طول پانیکول در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری نشان دادند. معنی‌دار شدن این اثر نشان‌دهنده این است که ارقام و لاین‌های مورد مطالعه از نظر صفات مذکور در دو سال آزمایش تظاهر متفاوتی از خود نشان داده‌اند.

سطوح مختلف تراکم بوته از نظر صفات تعداد پنجه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و از نظر قطر ساقه در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌دار نشان داده و از نظر بقیه صفات، تفاوتی بین تراکم‌های مختلف بوته مشاهده نگردید.

اثر متقابل بین سال و تراکم تنها از نظر صفت عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌دار نشان داد که نشان‌دهنده وضعیت متفاوت عملکرد بیولوژیک در تراکم‌های مختلف در دو سال آزمایش می‌باشد.

اثر متقابل تراکم و رقم از نظر تعداد پنجه و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد.

اثر متقابل تراکم، رقم و سال از نظر هیچ‌کدام از صفات مورد مطالعه معنی‌دار نگردید (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب عملکرد، اجزاء عملکرد و برخی صفات مورفولوژیک (میانگین مربعات).

منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص برداشت	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	وزن هزاردانه	تعداد پنجه	تعداد ساقه اصلی	تعداد برگ در ساقه	قطر ساقه	طول پانیکول	ارتفاع گیاه
سال	۱	۰/۰۰۲ ^{ns}	۷۴/۹۶ ^{**}	۷۲۳/۳۹ ^{**}	۱۵۳۶/۱ ^{**}	۰/۳۹ ^{ns}	۰/۶۶ ^{ns}	۳۶/۱ ^{**}	۱۹/۵ ^{ns}	۱۶۶/۳۸ ^{ns}	
تکرار×سال	۴	۰/۰۰۶	۲/۷۷	۶۷/۶۲	۱۵/۳	۱/۲۶	۰/۲	۳/۰۶	۹/۲	۸۲/۵	
رقم	۴	۰/۰۸ ^{**}	۱۹/۸۷ ^{**}	۲۱۴/۵۳ ^{**}	۱۳۶/۷ ^{**}	۳۲/۸ ^{**}	۱۹/۴ ^{**}	۳۵۹/۲ ^{**}	۲۲۷/۵ ^{**}	۱۰۹۶/۸ ^{**}	
سال×رقم	۴	۰/۰۰۱ ^{ns}	۲۴/۲۵ ^{**}	۳۷۰/۹ ^{**}	۶۲/۵ ^{**}	۰/۲۵ ^{ns}	۱/۹ ^{ns}	۱۱/۹۹ ^{**}	۲۲/۱ [*]	۴۱/۸ ^{ns}	
تراکم	۳	۰/۰۰۰ ^{ns}	۴۰/۲۹ ^{**}	۵۷۳/۹ ^{**}	۳/۸۴ ^{ns}	۶/۳ ^{**}	۰/۰۶ ^{ns}	۱۱/۲ [*]	۹/۱ ^{ns}	۴۶/۸ ^{ns}	
سال×تراکم	۳	۰/۰۰۰ ^{ns}	۴/۴۹ ^{ns}	۷۰/۰۶ [*]	۲/۹ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۹۳ ^{ns}	۰/۴ ^{ns}	۷/۷ ^{ns}	۷/۳۷ ^{ns}	
رقم×تراکم	۱۲	۰/۰۰۵ ^{**}	۱/۰۶ ^{ns}	۳۹/۹ ^{ns}	۲/۶ ^{ns}	۲/۳ ^{**}	۰/۷۹ ^{ns}	۱/۱ ^{ns}	۵/۷ ^{ns}	۵۶/۵ ^{ns}	
رقم×تراکم×سال	۱۲	۰/۰۰۰ ^{ns}	۱/۱۱۷ ^{ns}	۲۰/۲۵ ^{ns}	۳/۱ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۰/۸۷ ^{ns}	۳/۳ ^{ns}	۷/۸ ^{ns}	۲۷/۹ ^{ns}	
خطا	۷۶	۰/۰۰۲	۱/۸۱۶	۲۳/۹۶	۳/۰۰	۰/۳۵	۰/۸۳	۳/۱	۶/۲	۴۸/۰۴	

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد، ns: غیر معنی دار.

وزن هزار دانه: در این مطالعه مشخص شد که ارقام از لحاظ وزن هزار دانه اختلاف بسیار معنی داری داشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین ارقام از لحاظ وزن هزار دانه حاکی از آن بود که بیشترین وزن هزار دانه را رقم کیمیا و لاین امیدبخش M₅ به طور مشترک به ترتیب با ۱۷/۶ و ۱۸/۵ گرم به خود اختصاص داده بود و اختلاف آن با رقم سپیده و امیدبخش M₂ که به ترتیب دارای ۱۵/۴ و ۱۵/۳ گرم بودند، معنی دار گردید. رقم پیام با ۱۲/۴ گرم در گروه بعدی قرار گرفت (جدول ۲).

تراکم کاشت تأثیر معنی داری بر وزن هزار دانه نداشت (جدول ۱). نتیجه به دست آمده با نتایج فیشر و ویلسون (۱۹۷۵) و سولتردایز (۱۹۹۲) مطابقت دارد در حالی که نتایج آزمایش محققان دیگر (خایتیر و واندرلیپ، ۱۹۹۲؛ برنگوور و فیسی، ۲۰۰۱) این مطلب را تأیید نمی نمایند. احتمالاً دلیل بی تأثیر بودن تراکم بر وزن هزار دانه می تواند این مطلب باشد که در تراکم های بالا به علت رقابت شدید از یک طرف تولید مواد فتوسنتزی کاهش می یابد و از طرفی دیگر کاهش تعداد در پانیکول باعث محدودیت مخازن می شود و مجموع این عوامل سبب افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی به دانه می شود این در حالی است در تراکم های پایین مواد فتوسنتزی بین مخازن بیشتری توزیع می گردد و سهم هر مخزن از این مواد کاهش می یابد. لذا برآیند عوامل فوق باعث می شود وزن هزار دانه تحت تأثیر تراکم واقع نگردد.

اثر متقابل رقم و تراکم و رقم در تراکم در سال برای صفت وزن هزاردانه معنی دار نگردید (جدول ۱).

جدول ۲- مقایسه‌ی میانگین صفات مختلف ارقام و لاین‌های سورگوم دانه‌ای در بیرجند.

ارقام	شاخص برداشت	عملکرد دانه (تن در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد پنجه	تعداد برگ در ساقه اصلی	قطر ساقه	طول پانیکول	ارتفاع گیاه
پیام	۰/۲۰ ^c	۳/۵۴۲ ^b	۱۷/۶۹ ^{bc}	۱۲/۴ ^c	۲/۹ ^a	۶/۴ ^c	۱۲/۶۲ ^c	۱۷/۹۵ ^c	۷۵/۲ ^b
کیما	۰/۲۸ ^b	۵/۶۶۵ ^a	۲۰/۶۰ ^{ab}	۱۷/۶ ^a	۰/۱ ^c	۸/۳ ^a	۲۰/۷۲ ^a	۲۳/۰۰ ^b	۸۸/۸ ^a
سپیده	۰/۲۸ ^b	۴/۴۲۹ ^{ab}	۱۶/۷۰ ^{bc}	۱۵/۴ ^b	۰/۹ ^b	۷/۶ ^b	۱۳/۳۱ ^c	۲۲/۵۷ ^b	۹۰/۳ ^a
M ₂	۰/۳۳ ^a	۵/۱۶۰ ^a	۱۴/۱۰ ^c	۱۵/۳ ^b	۰/۶ ^b	۷/۶ ^b	۱۵/۱۵ ^b	۲۶/۵۸ ^a	۸۸/۹ ^a
M ₅	۰/۲۶ ^b	۵/۶۷۱ ^a	۲۲/۵۰ ^a	۱۸/۵ ^a	۰/۰ ^c	۸/۷ ^a	۲۰/۳۷ ^a	۲۳/۰۸ ^b	۹۲/۲ ^a

در هر ستون میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند (آزمون SNK).

عملکرد دانه: ارقام از لحاظ عملکرد دانه اختلاف بسیار معنی‌داری نشان دادند (جدول ۱). مقایسه میانگین ارقام حاکی از آن بود که بالاترین عملکرد دانه به‌طور مشترک به لاین‌های امیدبخش M₅ و M₂ و رقم کیما به‌ترتیب به‌میزان ۵/۶۷۱، ۵/۱۶۰ و ۵/۶۶۵ تن در هکتار اختصاص داشت (جدول ۲). اثر تراکم بر عملکرد دانه معنی‌دار گردید (جدول ۱). مقایسات میانگین مؤید این مطلب بود که عملکرد دانه به افزایش تراکم واکنش مثبت نشان می‌دهد. به‌طوری‌که افزایش تراکم از ۱۳۵ هزار به ۲۴۰ هزار بوته در هکتار باعث شد عملکرد دانه از ۳/۴۳ به ۶/۱۸ تن در هکتار یعنی ۸۰/۱۷ درصد افزایش می‌یابد (جدول ۳).

افزایش تراکم باعث افزایش عملکرد بیولوژیک گردید، ولی دیگر اجزاء عملکرد دانه از جمله وزن هزار دانه و شاخص برداشت را تحت‌تأثیر قرار نداد. برآیند عوامل فوق باعث افزایش عملکرد در تراکم‌های بالا گردید. اثر متقابل رقم و تراکم بر عملکرد دانه معنی‌دار نشد (جدول ۱).

عملکرد بیولوژیک: ارقام از لحاظ عملکرد بیولوژیک اختلاف بسیار معنی‌داری نشان دادند (جدول ۱). مقایسه میانگین ارقام از نظر عملکرد بیولوژیک حاکی از آن بود که بیشترین عملکرد بیولوژیک را لاین امیدبخش M₅ و رقم کیما به‌ترتیب با عملکرد ۲۲/۵ و ۲۰/۶ تن در هکتار به خود اختصاص داده بود و ارقام پیام، سپیده و M₂ از نظر این صفت در مرتبه بعدی قرار گرفتند (جدول ۲).

اثر تراکم نیز بر عملکرد بیولوژیک بسیار معنی دار گردید (جدول ۱). با افزایش تراکم عملکرد بیولوژیک افزایش یافت به طوری که افزایش تراکم از ۱۳۵ هزار بوته به ۲۴۰ هزار بوته در هکتار باعث شد عملکرد بیولوژیک ۱۲۵/۴ درصد افزایش یابد (جدول ۳). نتیجه به دست آمده با نتایج فیشر و ویلسون (۱۹۷۵) مطابقت دارد. دلیل افزایش عملکرد بیولوژیک در تراکم‌های بالا می‌تواند این مطلب باشد که بوته‌ها در این تراکم توانسته‌اند به طور مناسب تری سطح مزرعه را پوشش داده و از عوامل محیطی به نحو مطلوب تری استفاده کنند. در نتیجه میزان عملکرد بیشتری در واحد سطح نیز تولید کرده‌اند. اثر متقابل تراکم و رقم و تراکم در رقم در سال بر عملکرد بیولوژیک معنی دار نشد (جدول ۱).

با توجه به معنی دار بودن اثر تراکم در سال برای عملکرد بیولوژیک (جدول ۱)، بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک به میزان ۲۷/۲ تن در هکتار در سال ۱۳۸۲ از تراکم بوته ۲۴۰۰۰۰ و کمترین آن به میزان ۹/۳ تن در هکتار در سال ۱۳۸۳ از تراکم ۱۳۵۰۰۰ بوته به دست آمد (جدول ۴).
شاخص برداشت: ارقام از لحاظ شاخص برداشت اختلاف معنی داری داشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین ارقام گویای این مطلب بود که بیشترین شاخص برداشت را لاین امیدبخش M₂ به میزان ۳۶ درصد داشت و ارقام و لاین‌های M₅، کیمیا و سپیده به ترتیب با شاخص برداشت ۲۶ درصد، ۲۸ درصد و ۲۸ درصد، در گروه بعدی قرار گرفتند (جدول ۲).

جدول ۳- مقایسه میانگین سطوح مختلف تراکم بوته سورگوم دانه‌ای از نظر صفات مورد مطالعه در بیرجند.

تراکم (بوته در هکتار)	فطر ساقه (میلی متر)	تعداد پنجه در بوته	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
۱۳۵۰۰۰	۱۷/۳۴ ^a	۰/۸۴ ^b	۱۲/۳۲ ^c	۳/۴۳ ^c
۱۷۰۰۰۰	۱۶/۰۶ ^b	۱/۶۰ ^a	۱۷/۹۰ ^b	۴/۶۱ ^b
۲۰۵۰۰۰	۱۶/۰۸ ^b	۰/۵۶ ^b	۱۹/۵۷ ^{ab}	۵/۳۵ ^{ab}
۲۴۰۰۰۰	۱۶/۲۵ ^b	۰/۶۷ ^b	۲۲/۷۷ ^a	۶/۱۸ ^a

در هر ستون میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند، از نظر آماری اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد ندارند (آزمون SNK).

جدول ۴- مقایسه میانگین سطوح مختلف تراکم بوته از نظر عملکرد بیولوژیک در دو سال آزمایش در بیرجند.

عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)		تراکم (بوته در هکتار)
۱۳۸۳	۱۳۸۲	
۹/۳ ^d	۱۵/۲۹ ^c	۱۳۵۰۰۰
۱۶/۷ ^{bc}	۱۹/۱۲ ^{bc}	۱۷۰۰۰۰
۱۸/۳ ^{bc}	۲۰/۸۰ ^b	۲۰۵۰۰۰
۱۸/۴ ^{bc}	۲۷/۲۰ ^a	۲۴۰۰۰۰

در هر ستون میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند (آزمون SNK).

اثر تراکم بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۱). نتیجه به‌دست آمده با نتایج فیشر و ویلسون (۱۹۷۵) و برنگر و فاسی (۲۰۰۱) مطابقت دارد. در حالی که نتایج آزمایش تسکودا و هوشینو (۱۹۷۸) این مطلب را تأیید نمی‌کند. اثر متقابل رقم و تراکم برای صفت شاخص برداشت بسیار معنی‌دار بود (جدول ۱).

مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و رقم از نظر صفات مورد بررسی نشان‌دهنده این است که بیشترین میزان شاخص برداشت در لاین امیدبخش M_2 و تراکم بوته ۲۰۵۰۰۰ و ۱۷۰۰۰۰ در هکتار مشاهده شد و کمترین میزان مربوط به رقم پیام و تراکم ۱۳۵۰۰۰ بوته در هکتار بود (جدول ۵). صفات مورفولوژیک: مقایسه میانگین ارقام مورد مطالعه از نظر صفات مورد بررسی با استفاده از آزمون SNK نشان داد که از نظر ارتفاع گیاه ارقام کیمیا، سپیده و لاین‌های امید بخش M_2 و M_5 به‌طور مشترک در یک گروه بالاتر از رقم پیام قرار گرفتند (جدول ۲).

از نظر طول پانیکول، لاین M_2 با میانگین ۲۶/۵۸ سانتی‌متر بلندترین و رقم پیام با ۱۷/۹۵ سانتی‌متر کوتاه‌ترین پانیکول را دارا بود.

از نظر قطر ساقه، رقم کیمیا و لاین M_5 به‌طور مشترک در یک گروه و ضخیم‌تر از بقیه ارقام بوده و کمترین قطر ساقه مربوط به رقم پیام با میانگین ۱۲/۶۲ میلی‌متر بود. مقایسه میانگین سطوح مختلف تراکم بوته (جدول ۳) نشان داد که از نظر قطر ساقه تراکم ۱۳۵۰۰۰ بوته در هکتار با میانگین ۱۷/۳۴ میلی‌متر بیشترین میزان را داشته و بقیه تراکم‌ها به‌طور مشترک در رده پایین‌تر قرار گرفتند که این امر می‌تواند به‌دلیل استفاده بهتر گیاه از عوامل محیطی مساعد جهت رشد در تراکم پایین باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم × رقم از نظر صفات مورد بررسی سورگوم دانه‌ای در بیرجند.

رقم	تراکم (بوته در هکتار)	شاخص برداشت	تعداد پنجه
پیام	۱۳۵۰۰۰	۰/۱۶ ^f	۳/۶ ^a
	۱۷۰۰۰۰	۰/۱۷ ^{ef}	۳/۳ ^{ab}
	۲۰۵۰۰۰	۰/۲۱ ^{def}	۲/۵ ^{bc}
	۲۴۰۰۰۰	۰/۲۵ ^{bcdef}	۲/۲ ^{bc}
	۱۳۵۰۰۰	۰/۲۹ ^{abcd}	۰/۰ ^d
کیمیا	۱۷۰۰۰۰	۰/۲۹ ^{abcd}	۰/۰ ^{۲d}
	۲۰۵۰۰۰	۰/۲۵ ^{bcdef}	۰/۰ ^{۳d}
	۲۴۰۰۰۰	۰/۲۹ ^{abcd}	۰/۳۸ ^d
	۱۳۵۰۰۰	۰/۲۹ ^{abcd}	۰/۴۷ ^d
	۱۷۰۰۰۰	۰/۲۷ ^{abcd}	۲/۴ ^{bc}
سپیده	۲۰۵۰۰۰	۰/۲۸ ^{abcd}	۰/۲ ^d
	۲۴۰۰۰۰	۰/۲۴ ^{cdef}	۰/۴ ^{۲d}
	۱۳۵۰۰۰	۰/۳۵ ^{ab}	۰/۱ ^d
	۱۷۰۰۰۰	۰/۳۷ ^a	۲/۰ ^c
	۲۰۵۰۰۰	۰/۳۷ ^a	۰/۰ ^d
M ₂	۲۴۰۰۰۰	۰/۳۴ ^{abc}	۰/۲ ^d
	۱۳۵۰۰۰	۰/۲۸ ^{abcd}	۰/۰ ^{۳d}
	۱۷۰۰۰۰	۰/۲۵ ^{bcdef}	۰/۰ ^{۳d}
	۲۰۵۰۰۰	۰/۲۷ ^{abcd}	۰/۰ ^{۳d}
	۲۴۰۰۰۰	۰/۲۶ ^{bcde}	۰/۱ ^d

در هر ستون میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند (آزمون SNK).

از نظر تعداد برگ در پنجه اصلی لاین M₅ و رقم کیمیا بیشترین تعداد و رقم پیام کمترین تعداد برگ را در بین ارقام مورد مطالعه داشتند.

از نظر تعداد پنجه بیشترین پنجه‌زنی در رقم پیام و کمترین آن در لاین M₅ مشاهده گردید. از نظر وزن هزار دانه، لاین M₅ با میانگین ۱۸/۵ گرم بیشترین و رقم پیام با ۱۲/۴ گرم کمترین میزان را دارا

بود. بیشترین میزان پنجه‌زنی در تراکم ۱۷۰۰۰۰۰ بوته اتفاق افتاد و بقیه سطوح تراکم از این نظر تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند. مطالعات محققان نشان می‌دهد که مورفولوژی سورگوم با تغییر تراکم گیاهی تغییر معنی‌داری پیدا می‌کند و اثر این تغییر بر ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت است (گاروتا و چرنی، ۱۹۹۰).

با توجه به معنی‌دار شدن اثر سال در رقم برای صفات طول پانیکول، قطر ساقه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه (جدول ۱)، در مجموع کلیه صفات مورد مطالعه به‌جز وزن هزار دانه در سال ۱۳۸۲ بهتر از سال ۱۳۸۳ بودند (جدول ۶).

در مجموع براساس نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان تراکم ۲۴۰۰۰۰۰ بوته در هکتار را برای ارقام و لاین‌های مورد مطالعه در منطقه بیرجند توصیه نمود. همچنین با توجه به بالا بودن عملکرد دانه لاین امیدبخش M5، می‌توان این لاین را برای تولید دانه برای بیرجند و مناطق مشابه توصیه نمود.

جدول ۶- مقایسه میانگین ارقام مورد مطالعه از نظر صفات مورد بررسی در ارقام سورگوم دانه‌ای در دو سال آزمایش در بیرجند.

رقم	طول پانیکول (سانتی‌متر)		ضخامت ساقه (میلی‌متر)		وزن هزاردانه (گرم)		عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)		عملکرد دانه (تن در هکتار)	
	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۲	۱۳۸۳
پیام	۱۷/۲ ^c	۱۸/۷ ^c	۱۲/۵ ^d	۱۲/۷ ^d	۱۱/۳ ^c	۱۳/۵ ^c	۱۳/۸۷ ^c	۲۱/۵۰ ^{ab}	۲/۷۱ ^d	۴/۳۷ ^{cd}
کیمیا	۲۲/۹ ^b	۲۳/۱ ^b	۲۰/۵ ^{ab}	۲۰/۹ ^{ab}	۱۳/۰ ^c	۲۲/۲ ^a	۲۶/۷۰ ^a	۱۴/۵۰ ^c	۷/۳۵ ^a	۳/۹۸ ^{cd}
سپیده	۲۲/۹ ^b	۲۲/۲ ^b	۱۳/۳ ^d	۱۳/۳ ^d	۱۱/۸ ^c	۱۸/۹ ^b	۱۸/۸۶ ^{bc}	۱۴/۵۰ ^c	۴/۹۷ ^{bc}	۳/۸۹ ^{cd}
M ₂	۲۸/۴ ^a	۲۴/۸ ^b	۱۴/۲ ^d	۱۶/۲ ^c	۱۲/۰ ^c	۱۸/۵ ^b	۱۶/۵۲ ^{bc}	۱۱/۷۸ ^c	۶/۲۳ ^{ab}	۴/۰۹ ^{cd}
M ₅	۲۳/۸ ^{bc}	۲۲/۴ ^b	۲۱/۹ ^a	۱۸/۸ ^b	۱۳/۲ ^c	۲۳/۸ ^a	۲۶/۹۰ ^a	۱۶/۰۵ ^{bc}	۷/۱۶ ^a	۴/۱۸ ^{cd}

در هر ستون میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند (آزمون SNK).

فهرست منابع

- Azari-Nasrabad, A., and Bazari, M. 2004. Evaluation of plant density and cultivar effects in yield of grain sorghum in Birjand. *Seed and Plant*, 4: 475-487.
- Beheshti, A. 1991. Yield comparison of hybrid grain sorghum and its adaptation to Mashhad climate. *Seed and Plant*, 5: 1-15.
- Berenguer, M.J., and Faci, J.M. 2001. Sorghum yield compensation processes under different plant densities and variable water supply. *European Journal of Agronomy* 15: 43-55.
- Fischer, K.S., and Wilson, G.L. 1975. Studies of grain production in *Sorghum bicolor* L. Moench. Effect of planting density on growth and yield. *Aust. J. Agric. Res.* 26: 31-41.
- Garavetta, J., and Cherney, H. 1990. Within-row spacing influences on diverse sorghum genotypes. 1-Morphology. *Agronomy journal*, 82: 206-210.
- Gerik, T.J., and Nelly, C.L. 1987. Plant density effects on main culms and tiller development of grain sorghum. *Crop Science* .27: 1227-1230.
- Ismail, A.M., and Ali, A.H. 1996. Plant population density effect on yield of sorghum grown in a dry-land farming system. *Qatar university science Journal* 16: 83-93.
- Khaitir, Y.O., and Vanderlip, R.L. 1992. Grain sorghum and pearl millet response to data and rate of planting. *Agron. J.* 84: 579-582.
- Krieg, D.R., and Lascano, R.J. 1990. Sorghum. In: Stewart, B.A., Nielsen, D.R. (Eds.), *Irrigation of Agricultural crops*, Agronomy no 30, American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin USA. Pp: 719-789.
- Malikarjun, H., and Khanure, S.K. 1998. Influence of population levels on DMA and other traits in sweet sorghum genotypes under summer conditions. *Annals of plant physiology* 12: 103-107.
- Solter Diaz, L. 1992. Interaction between sowing density and genotype sorghum for grain in Ocotlan. *Jalisco Revista Fitotecnia Mexicana*. 15: 95-100.
- Tsukuda, K., and Hoshino, M. 1978. The effect of density on yield of grain sorghum. *J. of Japanese Soc. of Grassland sci.* 24: 210-215.



Investigation of plant density effects on grain yield and its components of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.) in Birjand

***A. Azari-Nasrabad¹ and S.H.R. Ramazani²**

¹Scientific Board Member of Agricultural and Natural Researches Center of South Khorasan, Birjand, Iran, ²Researcher in Agricultural and Natural Researches Center of South Khorasan, Birjand, Iran

Abstract

In order to investigation of morphological traits, yield and its components in three cultivars of grain sorghum (Kimia, Sepideh, Payam) and two promising lines (M₅, M₂) under four density (240000, 205000, 170000 and 135000 plant/m²), experiment was conducted as factorial design based on randomized complete block design with three replications in Birjand agricultural research station, during 2002 and 2003 grown season. Grain yield, yield components and some of morphological traits were measured. Combined analysis results from two years (2002 and 2003) showed that cultivars and lines were significantly different at 1% level for all traits except grain yield. Different plant densities were significantly different for tiller number, biological yield and grain yield at 1% level and stem diameter at 5% levels. Interaction between cultivar and density was significantly different for tiller number and harvest index at 1% level. According to the results, we can recommend the density of 240000 plant/ha and M₅ promising line in Birjand.

Keywords: Plant density; Grain sorghum; Grain yield; Yield components

*- Corresponding Author; Email: azari.ali2003@gmail.com