نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره۴ ، مهر - آبان ۱۳۸۹، ص ۵۸۶-۵۷۷

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 4, Sep. – Oct. 2010, p. 577-586

تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سورگوم دانه‌ای

مرضیه صفری[۱]- مجید آقاعلیخانی[۲*] - علی محمد مدرس ثانوی[۳]

تاریخ دریافت: ۸۷/۹/۱۶
تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۱۶

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سورگوم دانه‌ی آزمایشی در سال ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. در این تحقیق تأثیر دو عامل تاریخ کاشت و رقم سورگوم دانه‌ای در قالب کرت‌های یکبار خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. عامل تاریخ کاشت در سه سطح (هجدهم خرداد، هفتم تیر و بیست و هفتم تیر) به عنوان عامل اصلی و ارقام سورگوم دانه‌ای (پیام، سپیده و کیمیا) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. صفات مورد بررسی شامل عملکرد بیوماس و اجزا تشکیل دهنده آن، وزن پانیکول، عملکرد دانه، درصد و عملکرد پروتئین، شاخص برداشت و اجزای عملکرد دانه بود. نتایج نشان داد که بیوماس کل و بیوماس شاخ و برگ تحت تأثیر هیچ‌کدام از عوامل مورد بررسی قرار نگرفت. درحالی که تفاوت ارقام از لحاظ وزن خشک پانیکول و شاخص برداشت در سطح ۱ درصد و از نظر عملکرد دانه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. وزن هزار دانه نیز تحت تأثیر تاریخ کاشت و رقم ($p\leq$۰/۰۵) همچنین تحت تأثیر برهمکنش تاریخ کاشت × رقم ($p\leq$۰/۰۱) قرار گرفت. با وجود معنی‌دار نبودن اثر تاریخ کاشت در مورد عملکرد دانه بالاترین عملکرد دانه (۶۷۷۷/۲ کیلوگرم در هکتار) به رقم سپیده در تاریخ کاشت هفت تیر اختصاص یافت. در نتیجه پیشنهاد می‌شود برای تولید سورگوم دانه‌ای در این منطقه و مناطق با شرایط آب و هوایی مشابه، از رقم سپیده و تاریخ کاشت اواخر خرداد تا اوایل تیر ماه استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: سورگوم دانه‌ای، تاریخ کاشت، رقم، بیوماس شاخ و برگ، عملکرد دانه و اجزای عملکرد

مقدمه

سورگوم گیاهی با مکانیسم فتوسنتزی C4 است که به دلیل داشتن سیستم ریشه‌ای عمیق، برگ‌های کوتاه و کم برای کاهش تبخیر و تعرق و پوشیده بودن ساقه‌ها با نوعی ماده مومی، دارای مقاومت بسیار بالایی به خشکی است (۶). سورگوم از لحاظ پتانسیل تولید دانه، علوفه و ماده خشک مقام چهارم را پس از ذرت، برنج و گندم داراست (۱۷). در مقایسه با دیگر غلات دانه‌ای، میزان کالری و قابلیت هضم دانه سورگوم نسبتا بالا است (۱۶). این غله به عنوان منبع انرژی در جیره طیور مورد استفاده قرار می‌گیرد و ارزش غذایی آن تنها ۳ تا ۵ درصد کمتر از ذرت می‌باشد و از نظر زراعی به آب، کود و مراقبت کمتری نیاز دارد (۵). ویژگی‌های اقلیمی کشور از قبیل بالا بودن پتانسیل تبخیر و تعرق، کمی بارندگی سالانه و توزیع نامناسب آن در طول فصل رشد گیاه زراعی حکم می‌کند که گیاهی همچون سورگوم که به دلیل مقاومت به کم آبی به عنوان شتر گیاهان علوفه‌ای شناخته شده برای تولید علوفه و دانه در مناطق کم آب در اولویت باشد.

ردی و همکاران (۱۷) برآورد کرده‌اند که بین سال‌های ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰، تقاضا برای تولیدات دامی دو برابر خواهد شد و تولیدات گوشت و شیر در کشورهای در حال توسعه به ترتیب به میزان سالانه ۲/۷ و ۳/۲ درصد رشد خواهد کرد. بهبود تهیه علوفه هم از لحاظ میزان تولید و هم از لحاظ کیفیت راه موثری در جهت دستیابی به این سرمایه‌ها و افزایش تولیدات دامی است.

علاوه بر افزایش سطح زیر کشت و بهره‌دهی در واحد سطح، استفاده از سیستم‌های چند کشتی برای افزایش محصول در بعد زمان و مکان به عنوان راهکار جدیدی مطرح است. به این ترتیب فاصله زمانی بین دو کشت متوالی در گیاهان راهبردی مانند گندم و کلزا با زراعت تابستانه یا کشت دوم جایگزین می‌شود. سورگوم در مقایسه با ذرت به دلیل فصل رشد کوتاه‌تر و نیاز آبی کم‌تر انتخاب مناسب‌تری برای کشت دوم خواهد بود.

با توجه به محدود بودن فصل رشد در کشت دوم و اهمیت رشد رویشی برای تضمین تولید دانه کافی در این گیاه نیاز مبرمی به شناخت تاریخ کاشت مناسب با هر منطقه جغرافیایی احساس می شود. در تاریخ کاشت‌های مختلف، گیاه با شرایط متفاوتی از لحاظ درجه

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار و استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
(*- نویسنده مسئول: Email: maghaalikhani@modares.ac.ir)

حرارت تجمعی، دوره‌های نوری و بارندگی در مراحل رشد رویشی و زایشی مواجه می‌شود و در نتیجه محصول کمی و کیفی آن دستخوش تغییر می‌گردد. بنابراین تعیین بهترین تاریخ کاشت برای هر گیاهی در جهت تولید حداکثر محصول و تولیدات اقتصادی ضروری است (۱۴).

تاریخ کاشت بهینه به دوره‌ای اشاره دارد که گیاه بالاترین احتمال رشد در شرایط موجود خاک و آب و هوا را داشته باشد. تاریخ کاشت اگرچه معمولا اثری بر هزینه تولید ندارد اما روی میزان عملکرد و کیفیت محصول تولیدی و در نهایت درآمد کشاورزان تأثیر خواهد داشت (۱۱). بنا به گزارش دهقان (۳) به نقل از اونگر و تامپسون (۱۹۸۲) تغییر در تاریخ کاشت ممکن است با تأثیر بر فنولوژی در میزان رشد رویشی و زایشی و نهایتا عملکرد گیاه تأثیر بگذارد. تغییرات تاریخ کاشت بر چگونگی و میزان همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد نیز تأثیرگذار است.

تفاوت بین ارقام در کسب درجات حرارت از زمان آغازش پانیکول آغاز می‌شود به این معنا که از این مرحله به بعد در یک تاریخ کشت یکسان ارقام دیررس درجه حرارت بیشتری نسبت به ارقام زودرس کسب می‌کنند (۱۹). از این رو تعیین اثر تاریخ کاشت و نوع رسیدگی رقم در سورگوم دانه‌ای به منظور کسب حداکثر عملکرد اقتصادی ضروری است (۱۰).

طی مطالعه صورت گرفته در آرکانزاس مشخص شده در صورت کشت زودهنگام سورگوم دانه‌ای این گیاه می‌تواند از بارش فراوانی که در طی ماه‌های اردیبهشت و خرداد روی می‌دهد استفاده کند و از گرمای بیش از حد و خشکی مرداد ماه دوری کند. بنابراین در این تاریخ‌های کاشت کارایی مصرف آب بالاتر خواهد بود (۲۰). کشت زودهنگام همچنین می‌تواند از خسارت حشراتی مانند پشه سورگوم، کرم ذرت و کرم خوشه که اغلب در کشت دیرهنگام خسارت زا هستند جلوگیری کند. اما در شرایطی که سورگوم دانه‌ای دیر کشت شود بویژه اگر به صورت کشت دوم پس از برداشت گندم در تناوب باشد علاوه بر خسارت حشرات آفت، منجر به تاخیر در برداشت به دلیل شرایط رطوبتی و خسارت پرندگان خواهد شد (۱۹).

بنا به گزارش دهقان (۳) به تاخیر انداختن تاریخ کاشت سورگوم در خوزستان از اردیبهشت به تیر و مرداد ماه باعث مصادف شدن مرحله گلدهی و گرده افشانی سورگوم با کاهش درجه حرارت محیط در شهریور شده و درصد باروری گل‌ها و عملکرد را افزایش داد. در تاریخ‌های زودهنگام که ظهور پانیکول با درجه حرارت‌های بالا مواجه می‌شود احتمال کاهش محصول بیش‌تری وجود دارد. بنا به گزارش کوچکی و همکاران (۷) در تاریخ‌های کشت زودهنگام برخلاف تاریخ‌های به هنگام، به دلیل کاهش درصد باروری و تعداد دانه تشکیل شده، انتظار می‌رود مواد فتوسنتزی تولید شده به تعداد کمتری دانه اختصاص یافته و وزن هزار دانه افزایش یابد. اما وجود درجه حرارت‌های بالا در طی دوره‌ی پر شدن دانه در تاریخ‌های کاشت زود-هنگام باعث محدودیت در تولید مواد فتوسنتزی و انتقال آن به دانه‌ها می‌شود (۸).

عوامل زراعی متعددی در هنگام انتخاب یک رقم سورگوم دانه‌ای باید مورد توجه قرار گیرد. علاوه بر عملکرد دانه، بلوغ ، استحکام ساقه و مقاومت به بیماری ها نیز ملاک‌های مهمی در انتخاب رقم مورد کاشت هستند. یک رقم دیررس در شرایط مساوی و مطلوب رشدی محصول خوبی را نسبت به رقم زودرس تولید خواهد کرد. اگر کشت سورگوم دانه‌ای به تاخیر بیافتد یک رقم زودرس در این شرایط بهتر جواب خواهد داد (۱۹). چنان که کنلی و ویبولد (۱۰) گزارش کردند تعیین اثر تاریخ کاشت و نوع رسیدگی رقم در سورگوم دانه‌ای به منظور کسب حداکثر عملکرد اقتصادی ضروری است. تحقیق حاضر نیز به منظور تعیین عکس العمل سه رقم سورگوم دانه‌ای (هیبریدهای داخلی) به تاریخ کاشت به ویژه از نظر عملکرد دانه و اجزای عملکرد انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در کیلومتر ۱۷ اتوبان تهران _ کرج انجام شد. این منطقه در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۸ دقیقه شرقی از نصف النهار گرینویچ قرار گرفته و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۱۵ متر می‌باشد. نتایج تجزیه مکانیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

در این تحقیق تأثیر دو عامل تاریخ کاشت و رقم سورگوم دانه‌ای در قالب کرت‌های یکبار خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفت. تاریخ کاشت در سه سطح (هجدهم خرداد، هفتم تیر و بیست و هفتم تیر) به عنوان عامل اصلی و ارقام سورگوم دانه‌ای (پیام، سپیده و کیمیا) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند.

میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل بر اساس آزمون خاک به زمین اضافه شد و توسط یک دیسک سبک با خاک مخلوط گردید. سپس توسط فاروئر شیارهایی به فاصله ۵۰ سانتی‌متر ایجاد گردید. آزمایش با چهار تکرار جمعاً از ۳۶ واحد آزمایشی تشکیل گردید، هر کرت آزمایشی دارای ۷ خط کاشت به طول ۴ متر بود که فاصله بین بوته‌های روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد مساحت کاشت هر کرت ۱۴ متر مربع بود.

آبیاری در دو هفته نخست هر سه روز یکبار و از آن پس تا زمان رسیدگی دانه با فاصله زمانی یک هفته انجام شد. گیاهچه های سورگوم در مرحله دو برگی کامل، تنک شدند. وجین علف‌های هرز

نیز همزمان با تنک و در طول دوره رشد به طور دستی انجام گردید. کود نیتروژن به میزان ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره در کنار ردیف‌های کاشت در ۲ مرحله یکبار پس از تنک کردن به صورت شیاری در یک طرف ردیف کاشت و نوبت بعدی در مرحله‌ی ظهور گل آذین به صورت سرک به گیاه داده شد. زمان رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌ها با توجه به مشاهده لایه سیاه رنگ در انتهای دانه‌ها مشخص شد. به منظور تعیین عملکرد دانه، بوته های سورگوم از مساحت ۳ متر مربع با رعایت حاشیه کف‌بر و علاوه بر گزارش نمودن عملکرد دانه (با رطوبت ۱۴٪) وزن تر بیوماس کل، وزن تر بیوماس شاخ و برگ (زیست توده برجای مانده از سورگوم دانه‌ای پس از برداشت دانه به میزان زیادی سبزینگی دارد، از این رو به عنوان منبعی برای تامین علوفه احشام قابل برداشت است) و پانیکول‌ها برآورد شد. به منظور تعیین طول خوشه (فاصله آخرین گره روی ساقه تا قسمت انتهایی خوشه)، شاخص برداشت و اجزای عملکرد دانه (تعداد پنجه بارور، تعداد دانه در هر پانیکول و وزن هزاردانه) ۱۰ گیاه به تصادف انتخاب و اندازه گیری‌ها روی آن‌ها صورت پذیرفت. در نهایت به منظور تعیین میزان پروتئین دانه‌ها از دستگاه Inframatic 8620 (Percon,Sweden) استفاده شد.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد و میانگین صفات به روش آزمون جند دامنه‌ای دانکن (DMRT) مقایسه شدند. از آنجا که با تغییر تاریخ کاشت شرایط دمایی متفاوتی برای تیمارهای آزمایش فراهم می شود، به منظور بررسی‌های دقیق تر برای بحث مستدل در باره نتایج از داده‌های هواشناسی نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به محل اجرای آزمایش (ایستگاه چیتگر) استفاده شد (جدول ۲).

نتایج و بحث

بیوماس شاخ و برگ

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تاریخ کاشت و ارقام مورد بررسی از نظر عملکرد بیولوژیک با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۳). اما تاخیر در تاریخ کاشت به میزان ۲۰ روز، نسبت به نخستین تاریخ کاشت (۱۸ خرداد) موجب کاهش بیوماس کل به میزان ۲۳ درصد و بیوماس شاخ و برگ به میزان ۲۱/۶ درصد شده است، این روند کاهشی در تاریخ کاشت بعدی نیز با شدت کم‌تری وجود دارد اما با تمام این موارد هر سه تاریخ کاشت از لحاظ این صفات در یک گروه آماری قرار دارند. به این ترتیب چنانچه تولید بیوماس بیش‌تری مدنظر باشد بایستی اواسط خرداد ماه را جهت کاشت انتخاب کرد، این موضوع را می‌توان به افزایش طول دوره رویشی در تاریخ‌های اول (شکل ۱) نسبت داد. چنان که در آزمایش ردی و همکاران (۱۷) مشخص شد زمان کاشت در اغلب گیاهان روی تولید علوفه تأثیر دارد اما روی کیفیت علوفه تأثیری نخواهد داشت. با توجه به گزارش کنلی و وایبرد (۱۰) در ارقام کشت شده در فروردین ماه تعداد روزهای بین کاشت تا گلدهی ۸۰ روز بوده در حالی که ارقام کشت شده در خرداد برای رسیدن به گلدهی کم‌تر از ۶۵ روز نیاز دارند. بنابراین می توان اظهار داشت که در کشت های زود هنگام به رغم کمتر بودن درجه حرارت تجمعی تا زمان گلدهی ، اما به دلیل بیشتر بودن طول دوره رشد رویشی، عملکرد بیولوژیک بیشتری تولید خواهند کرد.

آگاهی از نسبت تخصیص ماده خشک در اجزای مختلف بوته شامل برگ و ساقه اهمیت فراوانی در تعیین خوشخوراکی علوفه برای تعلیف احشام دارد. همانطور که از جدول ۳ قابل استنباط است، تاریخ کاشت و رقم تأثیر معنی داری بر وزن تر برگ و ساقه نداشته‌اند در حالی که برهمکنش این دو عامل تنها در وزن تر برگ باعث ایجاد اختلاف بسیار معنی داری در سطح ۱ درصد شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که عامل رقم و برهمکنش تاریخ کاشت و رقم بر وزن خشگ برگ اثر معنی داری داشته است ($p\leq ۰/۰۱$).

جدول۱- نتایج تجزیه مکانیکی و شیمیایی خاک مزرعه

مشخصات	عمق (cm)	هدایت الکتریکی ds/m	واکنش خاک pH	درصد اشباع بازی %	کربن آلی %	نیتروژن کل %	فسفر قابل جذب p.p.m	پتاسیم قابل جذب p.p.m
نمونه	۰/-۳۰	۱/۱۷	۷/۹	۲۲/۰	۱/۱۱	۰/۰۷	۵۶	۴۸۰
مشخصات	**رس %**	**سیلت %**	**شن %**	**بافت**	**آهن p.p.m**	**روی p.p.m**	**مس p.p.m**	**منگنز p.p.m**	**بور p.p.m**
نمونه	۱۷	۲۰	۶۳	لوم شنی SL	۸/۰	۱/۵۰	۱/۰۳	۸/۷	۰/۲۳

جدول ۲- تغییرات درجه حرارت در طی فصل رشد سورگوم در سال ۱۳۸٦

درجه حرارت (سانتی‌گراد)			
ماه	میانگین کمینه	میانگین بیشینه	میانگین ماهانه
خرداد	۲۱/۱	۳۳/۲۶	۲۷/۲
تیر	۲۱/۹	۳۵/۱	۲۸/۵
مرداد	۲۳/۴	۳۴/۸	۲۹/۱
شهریور	۲۱/۰	۳۳/۱	۲۷/۱
مهر	۱۵/۰	۲۵/۶	۲۰/۳
آبان	۱۰/۸	۲۱/۰	۱۵/۹

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت بر بیوماس کل، شاخ و برگ، وزن تر برگ، ساقه و وزن خشک برگ و ساقه ارقام سورگوم دانه‌ای

میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	بیوماس کل	بیوماس شاخ و برگ	وزن تر برگ	وزن تر ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه
تکرار (R)	۳	۶۲۷۰۴۱/۱۱	۵۲۶۹۰۸/۳۵	۲۴۷۷۷/۵۴	۲۷۹۸۳۱/۰۵	۲۴۱۴/۳۸	۱۹۷۲۶/۵۲
تاریخ کاشت (D)	۲	۸۸۸۹۵۱/۸۸	۶۷۶۷۱۰/۵۹	۷۱۶۸/۶۳	۵۵۷۹۰۴/۵۰	۶۰۲/۹۹	۶۶۸۳۰/۸۶
خطای اصلی (a) (R×D)	۶	۷۰۸۰۹۴/۶۶	۶۰۷۰۵۶/۹۷	۳۱۱۹۸/۲۵	۲۸۳۸۰۱/۰۶	۲۴۸۰/۲۹	۲۷۹۷۸/۷۵
رقم (V)	۲	۵۲۵۹۳/۶۷	۷۹۵۲۴/۲۲	۲۶۵۱/۲۰	۱۶۸۰۵/۲۴	۱۶۵۳۰/۲۰**	۱۰۶۲۹۰/۰۴**
تاریخ کاشت×رقم (D×V)	۴	۹۳۸۸۳/۵۱	۱۰۹۴۴۶/۲۲	۲۶۱۲۴/۵۸**	۵۵۵۶۹/۰۲	۳۲۴۷/۵۴**	۵۴۸۹/۶۹
خطای فرعی (b)	۱۸	۵۰۵۹۳/۷۳	۴۲۴۹۴/۵۶	۵۳۶۹/۳۵	۳۲۱۸۶/۷۳	۲۷۶/۰۰	۶۶۴۲/۲۹

** و * به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن در سطوح ۱ و ۵ درصد می‌باشد

در بین ارقام، رقم کیمیا بیش‌ترین میزان وزن خشک برگ را به میزان ۱۷۷/۹ گرم بر متر مربع به خود اختصاص می‌دهد. بررسی برهمکنش دو عامل بر صفت وزن خشک برگ نشان داد که رقم کیمیا در تاریخ کشت ۱۸ خرداد بالاترین میزان وزن خشک برگ را تولید کرده است (جدول۴). طولانی‌تر بودن هر یک از مراحل رشد رقم کیمیا عاملی است که می‌تواند تا اندازه‌ای تفاوت این رقم دیررس با سایر ارقام در افزایش وزن خشک اختصاص یافته به برگ‌ها را توجیه نماید (شکل ۴و۳). اصغری و همکاران (۱) نیز در توجیه برتری عملکرد ماده خشک ارقام دیررس سورگوم اظهار داشته اند که ای ارقام مدت زمان بیش‌تری را در فاصله خروج گل‌آذین‌ها از مرحله چکمه‌ای[1] تا گرده‌افشانی طی می‌کنند به همین دلیل در مقایسه با ارقام زودرس ماده خشک بیشتری دارند.

ب:عملکرد و اجزای عملکرد دانه

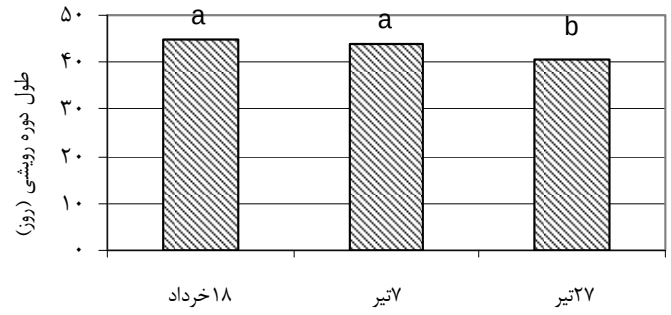
عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که فقط ارقام از نظر عملکرد دانه با همدیگر در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری دارند (جدول ۵). ارقام سپیده و کیمیا به ترتیب با ۵۹۹۳/۲ و ۵۵۰۳/۶ کیلوگرم در هکتار دارای بیش‌ترین عملکرد دانه و رقم پیام با ۴۴۰۱/۹ کیلوگرم در هکتار کم‌ترین عملکرد دانه را تولید کردند. با پذیرش اصل عمومی تأثیرپذیری عملکرد گیاهان زراعی از بر همکنش G×E (ژنوتیپ در عوامل محیطی) می توان اظهار داشت که علاوه بر تأثیر تاریخ کاشت که منجر به حاکمیت عوامل محیطی متفاوت بر ارقام مورد بررسی سورگوم شده است، تأثیر ژنوتیپ نیز با افزایش طول گل آذین و در نتیجه عملکرد دانه بیشتر نمایان شده است. یافته‌های دهقان (۱۳۸۶) حاکی از آن است که بیش‌ترین عملکرد دانه به میزان ۴۲۰۳ کیلوگرم در هکتار از رقم سپیده در تاریخ کاشت اول مرداد بدست آمده است، در تحقیق حاضر نیز با وجود معنی‌دار نبودن اختلافات، بیش‌ترین عملکرد را رقم سپیده در تیمار تاریخ کاشت هفتم تیرماه به خود اختصاص داد. شایان ذکر است عملکرد دانه تاحدی با تعداد دانه‌های تولیدی در هر پانیکول همبستگی دارد (جدول ۷). بر اساس مقایسه میانگین‌ها، رقم پیام که تعداد دانه کم‌تری در پانیکول تولید کرده کم‌ترین عملکرد دانه را نیز به بار آورد این امر نشان می‌دهد که تعداد دانه در پانیکول نقش تعیین‌کننده‌ای در عملکرد دانه دارا می باشد (جدول ۶).

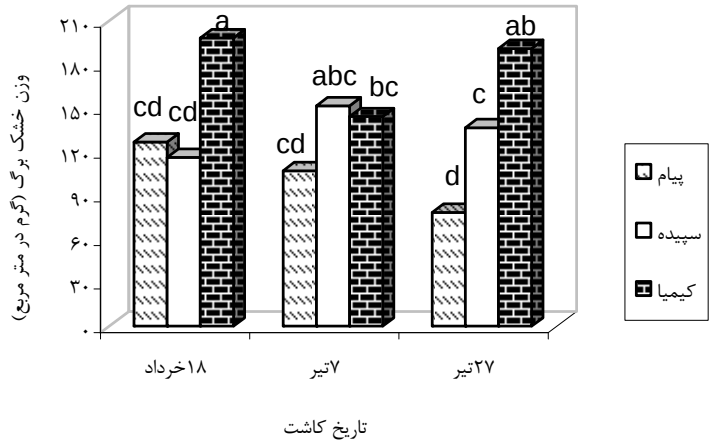
اجزای عملکرد دانه

اثر تاریخ کاشت، رقم و برهمکنش آن‌ها بر تعداد پنجه‌های بارور در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول۵). چنان که انتظار می‌رفت سورگوم دانه‌ای در تاریخ کاشت اول به دلیل داشتن فصل رشد طولانی‌تر، بیش‌ترین تعداد پنجه بارور را تولید کرد.

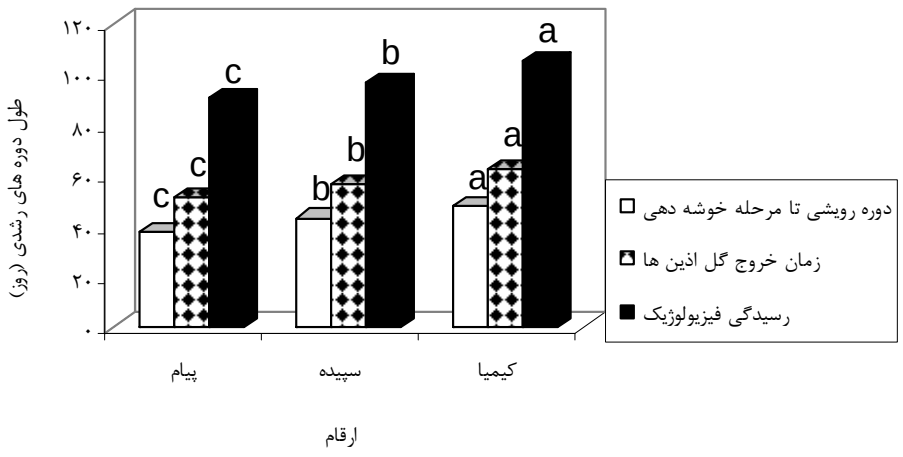
1- Booting



شکل ۱- طول دوره رویشی در تاریخ‌های مختلف کاشت سورگوم دانه‌ای



شکل۲- وزن خشک برگ ارقام مختلف سورگوم دانه‌ای در تاریخ‌های کاشت



شکل ۳- طول دوره‌های مختلف رشدی در ارقام مختلف سورگوم دانه‌ای

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های اثر تاریخ کاشت بر بیوماس کل، شاخ و برگ، وزن تر برگ، ساقه و وزن خشک برگ و ساقه ارقام سورگوم دانه‌ای

تیمارها	بیوماس کل ($g.m^{-2}$)	بیوماس شاخ و برگ ($g.m^{-2}$)	وزن تر برگ ($g.m^{-2}$)	وزن تر ساقه ($g.m^{-2}$)	وزن خشک برگ ($g.m^{-2}$)	وزن خشک ساقه ($g.m^{-2}$)
تاریخ کاشت (D)						
D1(۱۸ خرداد)	۱۹۶۱/۷ a	۱۷۸۰/۲ a	۳۷۸/۴۴ a	۱۴۵۸/۵ a	۱۴۷/۰۸ a	۴۷۵/۶۴ a
D2(۷ تیر)	۱۵۰۶/۶ a	۱۳۹۴/۳ a	۳۳۱/۰۰ a	۱۱۶۵/۴ a	۱۳۴/۳۳ a	۳۴۶/۳۸ a
D3(۲۷ تیر)	۱۴۷۵/۴ a	۱۳۴۷/۵ a	۳۴۴/۵۲ a	۱۰۳۸/۰ a	۱۳۵/۳۵ a	۳۴۶/۳۸ a
رقم (V)						
V1(پیام)	۱۷۰۲/۵ a	۱۵۶۴/۶ a	۳۳۶/۳۴ a	۱۱۸۰/۳۵ a	۱۰۴/۰۱ c	۲۸۳/۳۸ b
V2(سپیده)	۱۵۷۴/۲ a	۱۴۱۴/۱۸ a	۳۵۱/۵۵ a	۱۲۲۷/۲۳ a	۱۳۴/۸۳ b	۴۶۲/۹۰ a
V3(کیمیا)	۱۶۶۶/۹ a	۱۵۴۳/۲۵ a	۳۶۶/۰۷ a	۱۲۵۴/۳۲ a	۱۷۷/۹۰ a	۴۲۲/۱۳ a
تاریخ کاشت × ارقام						
D1V1	۲۱۲۵/۰ a	۱۹۴۵/۸ a	۴۲۹/۱۳ a	۱۴۸۳/۷ ab	۱۲۶/۷۰cd	۳۷۱/۸۳ abc
D1V2	۱۷۰۱/۷ a	۱۴۸۳/۶ a	۳۰۱/۹۰ bc	۱۳۱۶/۸ ab	۱۱۶/۱۸ cd	۵۶۶/۰۸ a
D1V3	۲۰۵۸/۳ a	۱۹۱۱/۳ a	۴۰۴/۳۰ ab	۱۵۷۵/۰ a	۱۹۸/۳۸ a	۴۸۹/۰۳ ab
D2V1	۱۵۷۵/۶ a	۱۴۶۶/۸ a	۳۳۷/۸۸ abc	۱۰۹۸/۱ ab	۱۰۷/۰۵ cd	۲۴۶/۳۳ c
D2V2	۱۴۷۷/۴ a	۱۳۴۷/۰ a	۳۶۲/۶۵ ab	۱۲۰۵/۴ ab	۱۵۱/۷۰ abc	۳۷۴/۸ abc
D2V3	۱۴۶۶/۹ a	۱۳۶۹/۲ a	۲۹۲/۴۸ bc	۱۱۹۲/۷ ab	۱۴۴/۲۳ bc	۴۱۸/۰۳ abc
D3V1	۱۴۰۶/۹ a	۱۲۸۱/۵ a	۲۴۲/۰۳ c	۹۵۹/۲ b	۷۸/۳۰ d	۲۳۱/۹۸ c
D3V2	۱۵۴۳/۸ a	۱۴۱۲/۰ a	۳۹۰/۱۰ ab	۱۱۵۹/۶ ab	۱۳۶/۶۳ c	۴۴۷/۸۳ ab
D3V3	۱۴۷۵/۶ a	۱۳۴۹/۲ a	۴۰۱/۴۳ ab	۹۹۵/۳ ab	۱۹۱/۱۳ ab	۳۵۹/۳۵ bc

در بین ارقام مورد بررسی، رقم پیام با ۲/۳۳ پنجه بارور بیش‌ترین پنجه بارور در بوته را داشت (جدول ۶). جدول مقایسه میانگین های برهمکنش عوامل، نشان داد که رقم پیام در تاریخ کاشت هجدهم خرداد با ۴ عدد پنجه بارور در بوته نسبت به سایر تیمارها از نظر تعداد پنجه بارور برتر بوده است.

اثر تاریخ کاشت بر وزن هزار دانه در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد و ارقام نیز از نظر این صفت در همین سطح با همدیگر اختلاف داشتند ولی اثر متقابل آن‌ها بر وزن هزار دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). سرعت رشد دانه مهم‌ترین عاملی است که وزن نهایی دانه را در ژنوتیپ‌های مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد (Gambin and Borras, 2005). علاوه بر این وزن نهایی دانه با مدت پر شدن دانه همبستگی مثبتی دارد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که سرعت رشد دانه و مدت پر شدن دانه هر دو در وزن نهایی دانه ژنوتیپ‌های مختلف سهیم هستند. مورا (۲۰۰۲) بیان داشت که افزایش دما در طی مرحله پر شدن دانه فرایندهای متابولیکی را افزایش داده در نتیجه باعث افزایش سرعت پر شدن دانه‌ها می‌شود. در نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر نیز تاریخ‌های کاشت اول و دوم بیش‌ترین میزان وزن هزار دانه را دارا بودند. شایان ذکر است بالا بودن دمای هوا در زمان پر شدن دانه‌ها در این تاریخ‌های کاشت موجب افزایش سرعت پر شدن دانه و فعالیت فتوسنتزی بیش‌تر شده است که برآیند آنها در برتری وزن هزار دانه در تاریخ کاشت های اول و دوم متجلی شده است (جدول ۲). دانه‌های سورگوم معمولا تحت شرایط محدود از لحاظ آسیمیلات رشد می‌کنند این موضوع مانع از رسیدن آن‌ها به پتانسیل نهایی اندازه دانه در رسیدگی فیزیولوژیک می‌شود. محصول سورگوم نه تنها به اندازه مخزن (تعداد دانه‌های شکل گرفته و ظرفیت انفرادی دانه‌ها برای ذخیره) که اوایل پر شدن دانه بنا نهاده می‌شود بستگی دارد، بلکه قابلیت در دسترس بودن منابع در طی دوره موثر پر شدن دانه نیز در این امر اهمیت فراوانی دارد (۱۳) لذا افزایش دما در طول دوره پر شدن که منجر به افزایش سرعت فتوسنتزی می‌گردد در این امر موثر خواهد بود. میزان رشد دانه ممکن است به طور مستقیم تحت تأثیر درجه حرارت قرار گیرد. گزارش شده که به ازای یک درجه سانتی‌گراد بیش‌تر از گستره‌ی ۳۲-۲۵ درجه سانتی‌گراد میزان رشد دانه به اندازه ۰/۳ میلی‌گرم در دانه در روز افزایش می‌یابد (۱۸).

تعداد دانه در پانیکول تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار نگرفت اما اثر رقم و برهمکنش تاریخ کاشت × رقم بر این صفت معنی دار شد ($p\leq$۰/۰۱). همانطور که امام و نیک نژاد (۲) بیان کردند تغییر در تاریخ کاشت اغلب تأثیر اندکی بر تعداد دانه در سنبله دارد. در این آزمایش بین وزن هزار دانه و تعداد دانه تولیدی در پانیکول همبستگی منفی برقرار بود (جدول ۷). سلطانی و همکاران (۴) نیز گزارش کردند که ضرایب فنوتیپی و ژنتیکی بین تعداد دانه در خوشه و وزن صد دانه منفی و بسیار معنی دار بود. در تحقیق حاضر کاهش تعداد دانه در

واحد سطح با افزایش در وزن دانه قابل جبران بود، در تحقیق برنگور و فاسی (۹) نیز نتیجه مشابهی به دست آمد. در این آزمایش بیش‌ترین تعداد دانه در پانیکول با ۱۳۷۵/۱۱ مربوط به رقم سپیده است و رقم پیام با ۹۰۶/۸ دانه در پانیکول کم‌ترین دانه در پانیکول را داشت. رقم سپیده با دارا بودن بیش‌ترین تعداد دانه، کم‌ترین وزن هزار دانه (۲۵/۸۱ گرم) را داشت. برهمکنش عوامل مورد بررسی در مورد این صفات نشان می‌دهد که رقم سپیده در تاریخ کاشت ۲۷ تیر ماه بیش‌ترین دانه در پانیکول را تولید کرد (جدول ۶). علاوه بر این رقم کیمیا در تاریخ کاشت اول با ۳۷/۳۹ گرم بیش‌ترین و در تاریخ کاشت سوم با ۲۰/۰۳ گرم کم‌ترین وزن هزار دانه را داشت. اصغری و همکاران (۱) گزارش کرده‌اند علت پایین‌تر بودن وزن صد دانه رقم کیمیا نسبت به سایر ارقام در تاریخ‌های کشت دیرهنگام، طولانی‌تر بودن دوره رشد آن و مصادف شدن مرحله پر شدن دانه آن با سرمای زودرس پاییزه بود. چنانکه در این آزمایش مشخص شد زمان رسیدگی ارقام مورد بررسی به ترتیب برای پیام، سپیده و کیمیا، ۹۱، ۹۶/۶ و ۱۰۴/۹ روز بود. در مطالعات مشابه طول دوره رشد از کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک در ارقام پیام، سپیده و کیمیا به ترتیب ۹۰، ۱۰۳ و ۱۱۰ به دست آمد (۳). همچنین در آزمایش انجام شده توسط اصغری و همکاران (۱) طول دوره رشد برای ارقام پیام، سپیده و کیمیا به ترتیب ۱۱۵، ۱۲۳ و ۱۳۳ تعیین شد.

وزن پانیکول

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که ارقام مورد بررسی از نظر وزن پانیکول در سطح ۱ درصد با همدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (جدول ۵). در بین ارقام، رقم سپیده با ۱۲۲/۶۵ گرم بر متر مربع بیش‌ترین وزن خشک پانیکول را به خود اختصاص داد در حالی که رقم پیام و کیمیا به ترتیب ۵۷/۸۵ و ۶۷/۰۵ درصد کاهش در وزن خشک پانیکول را در مقایسه با سپیده نشان می‌دهند (جدول ۶). با توجه به میانگین های اثر متقابل، رقم سپیده در تاریخ کاشت اول بیش‌ترین میزان وزن خشک پانیکول را به خود اختصاص داد (جدول ۶).

وزن خشک پانیکول با طول پانیکول همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۱ درصد با $r = ۰/۸۷$ داشت (جدول ۷) و بیشترین مقدار عددی هر دو صفت در رقم سپیده حاصل شد. طول پانیکول همبستگی کم اما غیر معنی‌داری نیز با تعداد دانه در پانیکول با $r=۰/۴۲$ داشت (جدول ۷)، زیرا در این مورد نیز سپیده بالاترین مقدار را به خود اختصاص داد. دهقان (۳) گزارش کرد که تأثیرپذیری اندک صفات طول پانیکول و تعداد خوشه‌چه در پانیکول از تاریخ کاشت و تفاوت زیاد این صفات در ارقام مختلف نشان‌دهنده این است که تغییرات این صفات در ارقام مورد بررسی بیش‌تر تابع ژنوتیپ گیاه بوده و کم‌تر تحت تأثیر محیط و تاریخ کاشت قرار گرفته است.

درصد و عملکرد پروتئین

جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد که درصد پروتئین تولیدی دانه‌ها تنها در سطح ۵ درصد تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفته است. این در حالی است که عملکرد پروتئین تحت تأثیر هیچ‌کدام از عوامل قرار نگرفت (جدول ۵). تاریخ کاشت اول (۱۸ خرداد ماه) و تاریخ کاشت سوم (۲۷ تیر ماه) به ترتیب ۸/۵ و ۸/۶ درصد پروتئین داشتند، این در حالی بود که بالا بودن عملکرد تولیدی در تاریخ کاشت دوم (۷ تیر ماه) موجب شد تا در نهایت عملکرد پروتئین در تمامی تاریخ‌های کاشت در یک گروه آماری قرار گیرند. گفتنی است که عملکرد پروتئین با عملکرد دانه و شاخص برداشت همبستگی مثبتی در سطح ۱ درصد داشت. ضریب همبستگی در این موارد به ترتیب $r =۰/۹۰$ و $r =۰/۸۱$ بود (جدول ۷).

شاخص برداشت

ارقام از نظر شاخص برداشت در سطح ۱ درصد با همدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۵). ارقام سپیده و کیمیا به ترتیب با ۳۹/۸ و ۳۶/۶ درصد دارای بالاترین شاخص برداشت و رقم پیام با ۲۶/۸ کم‌ترین شاخص برداشت را دارا بود (جدول ۶). مطابق آنچه پیش از این ذکر شد رقم پیام کم‌ترین عملکرد دانه را داشته که با شاخص برداشت آن رابطه نزدیکی دارد. در بررسی دو عامل دخیل در شاخص برداشت (عملکرد دانه و بیوماس کل) مشخص می شود با وجود اینکه در سطوح مختلف تاریخ کاشت همگی در یک گروه آماری قرار دارند با این حال بیش‌ترین عملکرد دانه و بیوماس کل نسبتا کم مربوط به تاریخ کشت دوم (هفتم تیر) می‌باشد که بالا بودن شاخص برداشت را در این تاریخ کاشت تایید می‌کند.

نتیجه‌گیری نهایی

تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر بیوماس شاخ و برگ نداشت ، عامل رقم نیز جز در وزن خشک برگ و ساقه اختلاف معنی‌داری در عملکرد بیولوژیک سورگوم ایجاد نکرد. در میان اجزای عملکرد اقتصادی، تاریخ کاشت تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه ($p\leq۰/۰۵$) و بر تعداد پنجه بارور ($p\leq۰/۰۱$) داشت. ارقام مورد بررسی در تمامی موارد به جز درصد پروتئین و عملکرد پروتئین اختلافات معنی‌داری را نشان دادند. با وجود معنی‌دار نبودن اثر تاریخ کاشت در مورد عملکرد دانه بالاترین عملکرد دانه به رقم سپیده در تاریخ کاشت هفتم تیر (۶۷۷۷/۲ کیلوگرم در هکتار) اختصاص یافت.

در نتیجه پیشنهاد می‌شود برای کشت سورگوم دانه‌ای در این

منطقه و مناطق مشابه، از رقم سپیده و تاریخ کاشت اواخر خرداد تا اوایل تیر ماه استفاده شود.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس اثر تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد ، اجزا عملکرد و شاخص برداشت ارقام سورگوم دانه ای میانگین مربعات

S.O.V منابع تغییر	d.f درجه آزادی	وزن خشک پانیکول	شاخص برداشت	عملکرد دانه	درصد پروتئین دانه	عملکرد پروتئین	تعداد بوته در واحد سطح	تعداد پنجه بارور در بوته	تعداد دانه در یک پانیکول	وزن هزار دانه
تکرار (R)	۳	۲۰۹۳/۷۳	۲۳۴/۹۴	۵۴۶۸۰۷۴/۷۵	۰/۶۳۷	۴۸۵۰۱/۱۹	۰/۹۹۰	۰/۰۲۷	۲۱۴۳۳۵/۵۳	۶/۶۲
تاریخ کاشت (D)	۲	۷۹۹۲/۶۴	۷۰۸/۲۹	۲۷۳۵۰۱۳/۲۹	۲/۵۳*	۳۳۶۹/۴۱	۲/۲۵	۸/۳۶**	۲۳۳۷۲۰/۴۵	۱۱۳/۷۷*
خطای اصلی (a) (R×D)	۶	۲۱۴۹/۶۵	۱۹۸/۳۹	۳۶۵۱۷۱۷/۰۷	۰/۴۲۳	۳۱۷۹۶/۶۹	۱/۰۵	۰/۰۲۷	۸۵۹۰۱/۳۴	۱۱/۸۵
رقم (V)	۲	۸۹۲۶/۸۹**	۵۴۷/۴۲**	۷۹۷۰۹۴۲/۶۱*	۲/۱۵	۳۷۴۳۱/۶۳	۱/۶۱	۴/۳۶**	۶۵۷۹۵۴/۸۲**	۴۴/۴۱*
تاریخ کاشت×رقم (D×V)	۴	۵۱۲/۶۰	۱۱۱/۶۶	۲۴۱۱۹۴۰/۱۳	۲/۲۰	۸۱۸۷/۴۷	۲/۵۹	۱/۵۲**	۲۵۲۸۷۱/۷۷**	۱۱۶/۱۳**
خطای فرعی (b)	۱۸	۲۱۷/۰۲	۵۹/۳۴	۱۶۰۰۶۶۷/۹۵	۰/۸۵۳	۱۴۶۵۲/۳۱	۱/۳۱	۰/۰۲۷	۲۸۲۸۶/۳۵	۷/۸۳

** و * به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن در سطوح ۱ و ۵ درصد می‌باشد.

جدول ٦- مقایسه میانگین‌های صفات عملکرد، اجزا عملکرد و شاخص برداشت ارقام سورگوم دانه‌ای تحت اثر اصلی تاریخ کاشت و رقم و اثر متقابل دو عامل

تیمارها	وزن خشک پانیکول ($g.m^{-2}$)	شاخص برداشت (٪)	عملکرد دانه ($Kg.ha^{-1}$)	پروتئین دانه (٪)	عملکرد پروتئین ($Kg.\ ha^{-1}$)	تعداد بوته در واحد سطح ($.m^{-2}$)	تعداد پنجه بارور در بوته ($.plant^{-1}$)	تعداد دانه در یک پانیکول	وزن هزار دانه (g)
تاریخ کاشت (D)									
D1(۱۸ خرداد)	۱۲۰/۶۰ a	۲۶/۲۴ b	۴۹۹۰/۵ a	۸/۵۰a	۴۲۴/۳۰ a	۱۷/۰۰ a	۲/۵۸ a	۱۰۰۲/۸ a	۳۰/۳۰ a
D2(۷ تیر)	۷۲/۰۷ b	۴۱/۴۷ a	۵۸۴۹/۴ a	۷/۸۰b	۴۵۷/۱۰ a	۱۷/۶۲ a	۱/۰۰ c	۱۱۴۰/۳ a	۲۹/۱۵ a
D3(۲۷ تیر)	۸۱/۱۲ ab	۳۵/۶ ab	۵۰۵۸/۸ a	۸/۶۶a	۴۳۴/۷۶ a	۱۶/۷۹ a	۱/۳۳ b	۱۲۸۱/۹ a	۲۴/۴۹ b
رقم (V)									
V1(پیام)	۷۷/۷ b	۲۶/۸۵ b	۴۴۰۱/۹ b	۸/۵۴a	۳۷۴/۲۹ a	۱۷/۱۵ a	۲/۳۳ a	۹۰۶/۸ c	۲۸/۶۶ a
V2(سپیده)	۱۲۲/۶۵ a	۳۹/۸۱ a	۵۹۹۳/۲ a	۷/۸۳a	۴۷۳/۳۱ a	۱۶/۷۶ a	۱/۲۵ b	۱۳۷۵/۱۱ a	۲۵/۸۱ b
V3(کیمیا)	۷۳/۴۲b	۳۶/۶۴ a	۵۵۰۳/۶ a	۸/۵۹a	۴۶۸/۵۶ a	۱۷/۵۰ a	۱/۳۳ b	۱۱۴۳/۰ b	۲۹/۴۷ a
تاریخ کاشت × ارقام									
D1V1	۱۰۱/۷۳ bc	۲۱/۹۷ d	۴۶۷۲/۲ a	۸/۲۰a	۳۸۴/۶۹ a	۱۶/۳۲ b	۴/۰۰ a	۱۰۹۴/۳ cde	۲۶/۴۱ bc
D1V2	۱۶۵/۹۳ a	۳۰/۵۲ cd	۴۹۷۶/۴ a	۸/۹۵a	۴۷۷/۰۶ a	۱۷/۱۷ ab	۱/۷۵ b	۱۰۹۰/۶ cde	۲۷/۱۲ bc
D1V3	۹۴/۱۵ bc	۲۶/۲۲ cd	۵۳۲۲/۹ a	۸/۳۵a	۴۴۱/۱۴ a	۱۷/۵۰ ab	۲/۰۰ b	۸۲۳/۴ de	۳۷/۳۹ a
D2V1	۶۵/۷۸ bc	۲۷/۳۰ cd	۴۲۰۰/۰ a	۸/۵۲a	۳۵۵/۳۸ a	۱۸/۰۰ ab	۱/۰۰ c	۷۸۴/۲ e	۲۹/۲۹ b
D2V2	۹۳/۱۸ bc	۴۸/۰۷ ab	۶۷۷۷/۲ a	۶/۶۲b	۴۷۴/۹ a	۱۶/۳۷ b	۱/۰۰ c	۱۴۶۷/۳ ab	۲۷/۱۷ bc
D2V3	۵۷/۲۵ c	۴۹/۰۵ a	۶۵۷۱/۰ a	۸/۲۵a	۵۴۱/۰۴ a	۱۸/۵۰ a	۱/۰۰ c	۱۱۶۹/۴ bcd	۳۱/۰۰ b
D3V1	۶۵/۶۰ bc	۳۱/۳۰ bcd	۴۳۳۳/۶ a	۸/۹۰a	۳۸۲/۸ a	۱۷/۱۲ ab	۲/۰۰ b	۸۴۱/۹ de	۳۰/۳۰ b
D3V2	۱۰۸/۸۸ b	۴۰/۸۵ abc	۶۲۲۵/۹ a	۷/۹۲a	۴۹۷/۹۸ a	۱۶/۷۵ ab	۱/۰۰ c	۱۵۶۷/۴ a	۲۳/۱۵ cd
D3V3	۶۸/۸۸ bc	۳۴/۶۵ abcd	۴۶۱۶/۹ a	۹/۱۷a	۴۲۳/۵۱ a	۱۶/۵۰ b	۱/۰۰c	۱۴۳۶/۳ abc	۲۰/۰۳ d

جدول ۷- ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی تحت تأثیر تاریخ کاشت و ارقام

صفات	عملکرد دانه	تعداد دانه در پانیکول	وزن هزار دانه	عملکرد پروتئین	طول پانیکول	وزن خشک پانیکول	شاخص برداشت
عملکرد دانه	۱						
تعداد دانه در پانیکول	۰/۶۱	۱					
وزن هزار دانه	۰/۰۳^{ns}	-۰/۷۳*	۱				
عملکرد پروتئین	۰/۹۰**	۰/۵۸^{ns}	-۰/۰۱^{ns}	۱			
طول پانیکول	۰/۳۹^{ns}	۰/۴۲	-۰/۱۵^{ns}	۰/۴۷^{ns}	۱		
وزن خشک پانیکول	۰/۰۶^{ns}	۰/۱۵^{ns}	-۰/۱۱^{ns}	۰/۰۹۹^{ns}	۰/۸۷**	۱	
شاخص برداشت	۰/۸۴**	۰/۶۳^{ns}	-۰/۱۸^{ns}	۰/۸۱**	۰/۱۷^{ns}	-۰/۲۰^{ns}	۱

منابع

۱- اصغری، الف.، خ. رزمجو، و م. مظاهری تهرانی. ۱۳۸۵. اثر میزان نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین دانه چهار رقم سورگوم دانه‌ای. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. سال سیزدهم. شماره اول. ۵۷-۴۹.

۲- امام، ی.، م. نیک‌نژاد. ۱۳۷۳. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۷۱ صفحه.

۳- دهقان، الف. ۱۳۸۶. تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سورگوم دانه‌ای در خوزستان. مجله علمی کشاورزی اهواز. اسفند ماه جلد ۳۰ شماره ۴. ص. ۱۳۲-۱۲۳.

۴- سلطانی، الف.، ع. رضایی و م.ر.خواجه پور. ۱۳۸۰. تنوع ژنتیکی برای برخی از صفات فیزیولوژیک و زراعی در سورگوم دانه‌ای. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد پنجم. شماره اول. ۱۳۶-۱۲۷.

۵- عبادی، م. ر.، ج. پوررضا، م. خوروش، ک. ناظرعدل و ع. المدرس. ۱۳۷۶. ترکیب مواد مغذی و انرژی قابل سوخت و ساز تعدادی از ارقام سورگوم دانه‌ای و مقایسه آن با دو رقم ذرت. جلد اول- شماره دوم. ۷۵-۶۷. علوم کشاورزی و منابع طبیعی.

۶- کوچکی، ع. ۱۳۷۵. زراعت در مناطق خشک. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۰۲ صفحه.

۷- کوچکی، ع.، م. حسینی و م. نصیری محلاتی. ۱۳۷۲. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی. ترجمه.چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۶۰ صفحه.

۸- هاشمی دزفولی، ا.، ع. کوچکی و م. بنایان. ۱۳۷۴. افزایش عملکرد گیاهان زراعی. ترجمه. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۸۷ صفحه.

9- Berenguer, M.J., and J.M. Faci. 2001. Sorghum (*sorghum bicolor* L. moench) yeild compensation processes under different plant densities and variable water supply. European Journal of Agronomy. 15: 43-55.

10- Conley, S. P., and W. J. Wiebold. 2003.Grain sorghum response to planting date. Crop Management, 10.1094/CM

11- Farias, J.R.B., M.A. Sans, and J.R. Zullo. 2007. Agrometeorology and sorghum production, Chapter 13G. 1-17. [on-line]. http://www.agrometeorology.org/fileadmin/insam/repository/gamp-chapt 13G.pdf

12- Gambin, B.L., and L. Borras. 2005. Sorghum kernel weight: growth patterns from different positions within the panicle. Crop Science 45: 553-561.

13- Gambin, B.L. and Borras, L. 2007. Plasticity of sorghum kernel weight to increased assimilate availability. Field Crops Research 100: 272-284.

14- Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension service. 1998. Grain sorghum production Hand book. Manhattan, Kansas, USA,32 p.

15- Murua, M. 2002. Polymer seed coating effects on feasibility of early planting in corn, planting date and corn productivity. Master of Science Thesis, Purdue university.

16- National Audubon Society, Inc, 2007. 6. Sorghum. 159-185.

17- Reddy, B.V.S., P. Sanjana Reddy, F. Bidinger, and M. Blummel. 2003. Crop management factors influencing yield and quality of residues. Field Crops Research 84: 57-77.

18- Sun, H., Zhang, X., Chen, S., Pei, D. and Liu, C. 2007. Effect of harvest and sowing time on the performance of the rotation of winter wheat- summer maize in the north China plain. Industrial Crops and Products 25: 239-247.

19- University of Arkansas. 2006. Grain sorghum Hand book. University of Arkansas, Cooperative Extension Service. 74 p.

20- Wylie, P. 2007. Managing grain sorghum for heigh yeilds, A Blueprint for doubling sorghum production. Horizon Rural Management. Dalby 4405. [on-line]. http://www.horizonrual.com.au/free report/sorghum review.pdf.