



دانشکده کشاورزی

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی (زراعت)

تأثیر تاریخ کاشت بر فنولوژی، ریخت‌شناسی، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم
سورگوم دانه‌ای

نگارنده:

مرضیه صفری

استاد راهنما:

دکتر مجید آقاعلیخانی

استاد مشاور:

دکتر سید علی محمد مدرس ثانوی

اسفند ۱۳۸۷

چکیده

به منظور بررسی تاثیر تاريخ كاشت بر فنولوژی، ريخت‌شناسی، عملكرد و اجزای عملكرد سه رقم سورگوم دانه‌ای، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۶ در مزرعه پژوهشی دانشكده كشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در غرب تهران به صورت كرت‌های يكبار خرد شده در قالب طرح بلوك‌های كامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. در این آزمایش تاريخ كاشت در سه سطح (۱۸ خرداد، ۷ و ۲۷ تيرماه) به عنوان عامل اصلی و رقم سورگوم دانه‌ای در سه سطح (پيام، سپیده و كيميا) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. در طول فصل رشد از میان صفات فنولوژیک طول دوره‌های رشدی (دوره رویشی، خروج ۵۰ درصد گل‌آذین‌ها و رسیدگی فیزیولوژیک) ثبت شد. همچنین صفات مورفولوژیک شامل ارتفاع، سطح برگ، طول پانيكول و درصد باروری ارزیابی شد. در پایان فصل نیز عملكرد بیولوژیک، عملكرد دانه، عملكرد پروتئين، شاخص برداشت و اجزای عملكرد دانه تعیین شد. نتایج نشان داد كه طول دوره‌های رشد تحت تاثیر تاريخ كاشت و رقم قرار گرفتند ($p \leq 0.01$). بیش‌ترین طول دوره رویش معادل ۴۵ روز در تاريخ كاشت اول (۱۸ خرداد) مشاهده شد درحالی كه طولانی‌ترین زمان رسیدگی فیزیولوژیک معادل ۱۰۰/۴۱ روز مربوط به تاريخ كاشت سوم (۲۷ تير ماه) بود. در میان ارقام مورد بررسی، سپیده بیش‌ترین ارتفاع و طول پانيكول ($p \leq 0.01$) را دارا بود. رقم كيميا در مرحله گلدهی بیش‌ترین شاخص سطح برگ را داشت، در حالی كه رقم پيام و سپیده توانایی بیش‌تری برای حفظ سطح برگ خود داشتند. با تاخیر در تاريخ كاشت میزان تلفات سطح برگ در رقم پيام افزایش و در رقم سپیده کاهش یافت. نتایج نشان داد كه بیوماس كل و بیوماس شاخ و برگ تحت تاثیر هیچ‌كدام از عوامل مورد بررسی قرار نگرفتند این در حالی است كه تاخیر در تاريخ كاشت به میزان ۲۰ روز نسبت به تاريخ كاشت اول موجب کاهش بیوماس كل به میزان ۳۰/۲ درصد و بیوماس شاخ و برگ به میزان ۲۷/۶ درصد شده است. تفاوت ارقام از لحاظ وزن خشك پانيكول و شاخص برداشت ($p \leq 0.01$) و از نظر عملكرد دانه ($p \leq 0.05$) معنی‌دار شد. ركوردار این صفات رقم سپیده بود. با وجود معنی‌دار نبودن برهمکنش تاريخ كاشت \times رقم در مورد عملكرد دانه، بالاترین عملكرد دانه به رقم سپیده در تاريخ كاشت هفت تير (۶۷۷۷/۲ كيلوگرم در هكتار) اختصاص یافت. از میان اجزای عملكرد، وزن هزار دانه تحت تاثیر تاريخ كاشت و رقم ($p \leq 0.05$) و همچنین تحت تاثیر برهمکنش آن‌ها ($p \leq 0.01$) قرار گرفت به طوری كه رقم كيميا در تاريخ كاشت اول بالاترین وزن هزار دانه را (۲۹/۴۷ گرم) ایجاد كرد. علاوه بر این تعداد دانه در پانيكول نیز تحت تاثیر رقم و برهمکنش تاريخ كاشت \times رقم قرار گرفت به طوری كه بالاترین مقادیر در رقم سپیده در تاريخ كاشت سوم ملاحظه گردید. براساس یافته‌های این تحقیق به نظر می‌رسد برای تولید سورگوم دانه‌ای در این مکان و مناطق مشابه، رقم سپیده و تاريخ كاشت اواخر خرداد تا اوایل تير ماه مناسب‌تر باشند.

كلمات کلیدی: سورگوم دانه‌ای، تاريخ كاشت، رقم، فنولوژی، ريخت‌شناسی، عملكرد و اجزای عملكرد

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل اول: مقدمه و کلیات
۲	۱-۱. مقدمه
۴	۲-۱. تاریخچه و اهمیت
۶	۳-۱. گیاهشناسی سورگوم
۶	۱-۳-۱. خصوصیات مورفولوژیک
۶	۱-۱-۳-۱. ریشه
۷	۲-۱-۳-۱. ساقه
۷	۳-۱-۳-۱. پنجه
۷	۴-۱-۳-۱. برگ
۸	۵-۱-۳-۱. گل
۹	۶-۱-۳-۱. میوه و دانه
۹	۲-۳-۱. ارزش تغذیه‌ای
۱۰	۴-۱. مراحل رشد و نمو سورگوم
۱۲	۱-۴-۱. مرحله رشدی ۱: نمو گیاهچه (seedling development)
۱۲	۲-۴-۱. مرحله رشدی ۲: آغازش پانیکول (panicle initiation)
۱۳	۳-۴-۱. مرحله رشدی ۳: رشد زایشی (reproduction)
۱۵	۵-۱. موارد مصرف سورگوم
۱۵	۱-۵-۱. تغذیه انسان
۱۶	۲-۵-۱. تغذیه دام و طیور
۱۸	۳-۵-۱. تهیه علوفه برای دام
۱۹	۴-۵-۱. فرآورده‌های صنعتی سورگوم
۲۱	۵-۵-۱. کاربرد سورگوم در کنترل بیولوژیک علف‌های هرز
۲۲	۶-۱. گونه‌ها و ارقام
۲۲	۱-۶-۱. سورگوم دانه‌ای (Grain Sorghum)
۲۲	۲-۶-۱. سورگوم قندی یا شیرین (Sweet Sorghum)
۲۳	۳-۶-۱. سورگوم علوفه‌ای (Forage Sorghum)

۲۳	۴-۶-۱.سورگوم جارویی (Broom Sorghum)
۲۳	۵-۶-۱.سورگوم علفی (Grass Sorghum)
۲۴	۷-۱. ویژگی های اکوفیزیولوژیک
۲۵	۸-۱. اکولوژی سورگوم
۲۶	۱-۸-۱. رطوبت
۳۳	۲-۸-۱. فتوپریود و نیاز نوری
۳۴	۳-۸-۱. دما
۳۵	۱-۳-۸-۱. تاثیر درجه حرارت روی جذب آب توسط بذر
۳۵	۲-۳-۸-۱. تاثیر درجه حرارت بر جوانه زنی و تولید گیاهچه
۳۶	۳-۳-۸-۱. تاثیر دما بر مراحل فنولوژیک و صفات مورفولوژیک
۳۷	۴-۳-۸-۱. تاثیر دما بر کاهش زمان ظهور پانیکول و گلدهی
۳۷	۵-۳-۸-۱. تاثیر دمای بالای شبانه
۳۸	۶-۳-۸-۱. تنش سرما
۴۰	۷-۳-۸-۱. اثرات متقابل دما و دی اکسیدکربن
۴۱	۴-۸-۱. خاک
۴۳	۱-۴-۸-۱. کودها
۴۳	۱-۱-۴-۸-۱. نیتروژن
۴۷	۲-۱-۴-۸-۱. فسفر
۴۸	۳-۱-۴-۸-۱. پتاسیم
۴۹	۴-۱-۴-۸-۱. کود آلی
۵۰	۲-۴-۸-۱. شوری

فصل دوم: بررسی منابع

۵۳	۲. بررسی منابع
۵۳	۱-۲. عملکرد و اجزای عملکرد
۵۶	۲-۲. تاریخ کاشت
۶۰	۱-۲-۲. تاثیر تاریخ کاشت بر درجه حرارت
۶۲	۱-۱-۲-۲. تاثیر دما بر عقیمی سنبله
۶۲	۲-۱-۲-۲. تاثیر دما بر پر شدن دانه

۶۳	۳-۱-۲-۲. تاثیر دما بر کارایی مصرف آب
۶۳	۲-۲-۲. تاثیر تاریخ کاشت بر فتوپریود
۶۵	۳-۲-۲. رابطه تاریخ کاشت با بارندگی و رطوبت قابل دسترس گیاه
۶۶	۴-۲-۲. مزایا و معایب کشت‌های زود هنگام و دیر هنگام
۶۹	۳-۲. ارقام (تنوع ژنتیکی) سورگوم دانه‌ای و عملکرد
۷۱	۴-۲. اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم
۷۴	۵-۲. آنالیز رشد سورگوم دانه‌ای

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۸۱	۱-۳. مشخصات جغرافیایی محل آزمایش
۸۱	۲-۳. ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک
۸۱	۳-۳. عوامل مورد بررسی و طرح آماری
۸۲	۴-۳. مراحل اجرای طرح
۸۲	۱-۴-۳. تهیه زمین و عملیات کاشت
۸۵	۲-۴-۳. نمونه برداری
۸۸	۳-۴-۳. تجزیه و تحلیل آماری

فصل چهارم: نتایج و بحث

۹۰	۱-۴. عملکرد کمی و کیفی
۹۰	۱-۱-۴. عملکرد بیولوژیک
۹۰	۱-۱-۱-۴. بیوماس کل و بیوماس شاخ و برگ (بر مبنای وزن تر)
۹۶	۲-۱-۱-۴. توزیع ماده خشک در اندام‌ها
۱۰۴	۲-۱-۴. عملکرد اقتصادی
۱۰۴	۱-۲-۱-۴. وزن پانیکول
۱۰۶	۲-۲-۱-۴. عملکرد دانه
۱۰۹	۳-۲-۱-۴. عملکرد پروتئین
۱۱۰	۴-۲-۱-۴. شاخص برداشت

۱۱۲	۳-۱-۴. اجزای عملکرد دانه
۱۱۲	۱-۳-۱-۴. تعداد پنجه بارور، وزن هزار دانه و تعداد دانه در یک پانیکول
۱۲۰	۲-۴. صفات مورفولوژیک
۱۲۰	۱-۲-۴. ارتفاع بوته در زمان برداشت
۱۲۵	۲-۲-۴. شاخص سطح برگ در زمان گلدهی
۱۲۶	۳-۲-۴. طول پانیکول
۱۲۸	۴-۲-۴. درصد باروری
۱۲۸	۳-۴. صفات فنولوژیک
۱۳۵	۴-۴. آنالیز رشد سورگوم دانه‌ای
۱۳۵	۱-۴-۴. روند تجمع ماده خشک کل در ارقام سورگوم دانه‌ای
۱۳۶	۲-۴-۴. سرعت رشد محصول (CGR)
۱۴۱	۳-۴-۴. سرعت رشد نسبی (RGR)
۱۴۵	۴-۴-۴. شاخص سطح برگ (LAI)
۱۴۸	۵-۴-۴. نسبت سطح برگ (LAR)
۱۵۲	۶-۴-۴. سرعت جذب خالص (NAR)
۱۵۶	نتیجه‌گیری نهایی
۱۵۷	پیشنهادها
	فصل پنجم: فهرست منابع
۱۶۰	فهرست منابع
۱۶۹	پیوست‌ها

فهرست جداول

عنوان.....	صفحه
جدول ۱-۱ ارزش تغذیه‌ای دانه برخی از گیاهان زراعی	۱۰
جدول ۱-۲. درجه حرارت‌های تجمعی رشد از کاشت تا رسیدگی کامل	۷۲
جدول ۱-۳. تغییرات درجه حرارت و مجموع ساعات آفتابی محل اجرای آزمایش در طی فصل رشد سورگوم دانه‌ای سال ۱۳۸۶	۸۵
جدول ۱-۴. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد کمی و کیفی و شاخص برداشت سورگوم دانه ای تحت تاثیر تاریخ کاشت و رقم	۹۳
جدول ۲-۴. مقایسه میانگین‌های صفات عملکرد کمی و کیفی و شاخص برداشت سورگوم دانه‌ای تحت اثر اصلی تاریخ کاشت و رقم	۹۴
جدول ۳-۴. مقایسه میانگین‌های صفات عملکرد کمی و کیفی و شاخص برداشت سورگوم دانه‌ای تحت برهمکنش تاریخ کاشت × رقم	۹۵
جدول ۴-۴. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اجزای عملکرد بیولوژیک سورگوم دانه ای تحت تاثیر تاریخ کاشت و رقم	۱۰۱
جدول ۵-۴. مقایسه میانگین‌های صفات اجزای عملکرد بیولوژیک سورگوم دانه‌ای تحت اثر اصلی تاریخ کاشت و رقم	۱۰۲
جدول ۶-۴. مقایسه میانگین‌های صفات اجزای عملکرد بیولوژیک سورگوم دانه‌ای تحت برهمکنش تاریخ کاشت × رقم	۱۰۳
جدول ۷-۴. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اجزای عملکرد دانه سورگوم دانه ای تحت تاثیر تاریخ کاشت و رقم	۱۱۵
جدول ۸-۴. مقایسه میانگین‌های صفات اجزای عملکرد دانه سورگوم دانه‌ای تحت اثر اصلی تاریخ کاشت و رقم	۱۱۶
جدول ۹-۴. مقایسه میانگین‌های صفات اجزای عملکرد دانه سورگوم دانه‌ای تحت برهمکنش تاریخ کاشت × رقم	۱۱۷
جدول ۱۰-۴. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورفولوژیک سورگوم دانه ای تحت تاثیر تاریخ کاشت و رقم	۱۲۲
جدول ۱۱-۴. مقایسه میانگین‌های صفات مورفولوژیک سورگوم دانه‌ای تحت اثر اصلی تاریخ کاشت و رقم	۱۲۳
جدول ۱۲-۴. مقایسه میانگین‌های صفات مورفولوژیک سورگوم دانه‌ای تحت برهمکنش تاریخ کاشت × رقم	۱۲۴
جدول ۱۳-۴. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات فنولوژیک سورگوم دانه ای تحت تاثیر تاریخ کاشت و رقم	۱۳۱

- جدول ۴-۱۴. مقایسه میانگین‌های صفات فنولوژیک سورگوم دانه‌ای تحت اثر اصلی تاریخ کاشت و رقم ۱۳۲
- جدول ۴-۱۵. مقایسه میانگین‌های صفات فنولوژیک سورگوم دانه‌ای تحت برهمکنش تاریخ کاشت × رقم ۱۳۳

جدول ضمیمه

صفحه.....	عنوان
۱۶۹	جدول ضمیمه ۴-۱. ضرایب همبستگی (پیرسون) برای دسته صفات عملکرد و شاخص برداشت سورگوم دانه‌ای
۱۷۰	جدول ضمیمه ۴-۲. ضرایب همبستگی برای اجزا عملکرد دانه، مورفولوژی و صفات فنولوژیک
۱۷۰	جدول ضمیمه ۴-۳. ضرایب همبستگی برای دسته صفات عملکرد، شاخص برداشت و اجزا عملکرد دانه سورگوم دانه‌ای
۱۷۱	جدول ضمیمه ۴-۴. ضرایب همبستگی برای دسته صفات عملکرد، اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیک سورگوم دانه‌ای
۱۷۱	جدول ضمیمه ۴-۵. ضرایب همبستگی برای دسته صفات عملکرد، مورفولوژی و صفات فنولوژیک

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۱۴	شکل ۱-۱. مراحل رشد و نمو سورگوم دانه‌ای، مرحله ۳ برگی (الف)، مرحله چکمه‌ای (ب) و مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (ج)
۲۰	شکل ۲-۱. دیگرام گیاه سورگوم به همراه اجزاء و موارد مصرف آن
۴۴	شکل ۳-۱. الگوی جذب نیتروژن در سورگوم دانه‌ای
۴۶	شکل ۴-۱. مقایسه میزان نیتروژن جذبی در سورگوم و ذرت در سطوح مختلف کودی
۸۳	شکل ۱-۳. نقشه آزمایش
۹۱	شکل ۱-۴. وزن تر بیوماس کل و بیوماس شاخ و برگ سورگوم دانه‌ای تحت تاثیر تاریخ کاشت
۹۲	شکل ۲-۴. طول دوره رشد رویشی سورگوم دانه‌ای در تاریخ‌های مختلف کاشت
۹۸	شکل ۳-۴. وزن خشک برگ ارقام سورگوم دانه‌ای در زمان برداشت
۹۸	شکل ۴-۴. شاخص سطح برگ ارقام سورگوم دانه‌ای در زمان برداشت
۹۹	شکل ۵-۴. وزن خشک برگ ارقام مختلف سورگوم دانه‌ای تحت تاثیر تاریخ‌های کاشت
۹۹	شکل ۶-۴. طول دوره‌های مختلف رشد و نموی در ارقام مختلف سورگوم دانه‌ای
۱۰۵	شکل ۷-۴. طول پانیکول ارقام سورگوم دانه‌ای
۱۰۵	شکل ۸-۴. وزن خشک پانیکول ارقام سورگوم دانه‌ای
۱۰۶	شکل ۹-۴. تفاوت ارقام سورگوم دانه‌ای از نظر تعداد دانه تولیدی در هر پانیکول
۱۰۸	شکل ۱۰-۴. تفاوت عملکرد دانه ارقام سورگوم دانه‌ای
۱۰۸	شکل ۱۱-۴. تفاوت ارقام سورگوم دانه‌ای از لحاظ وزن هزاردانه
۱۱۱	شکل ۱۲-۴. شاخص برداشت ارقام سورگوم دانه‌ای
۱۱۱	شکل ۱۳-۴. تفاوت بیوماس کل در ارقام مختلف سورگوم دانه‌ای
۱۱۸	شکل ۱۴-۴. تاثیر تاریخ کاشت بر وزن هزار دانه سورگوم دانه‌ای

- شکل ۴-۱۵. تاثیر تاريخ كاشت بر تعداد دانه توليدي در پانيكول سورگوم دانه‌اي ۱۱۸
- شکل ۴-۱۶. ارتفاع بوته ارقام سورگوم در پايان فصل رشد تحت تأثير برهمكنش تاريخ كاشت و رقم ۱۲۱
- شکل ۴-۱۷. شاخص سطح برگ ارقام سورگوم دانه‌اي در زمان گلدهي ۱۲۶
- شکل ۴-۱۸. وزن خشك برگ ارقام سورگوم ۱۲۶
- شکل ۴-۱۹. طول پانيكول سورگوم دانه‌اي تحت برهمكنش تاريخ كاشت و رقم ۱۲۷
- شکل ۴-۲۰. طول دوره رشد رويشي سورگوم دانه‌اي تحت برهمكنش تاريخ كاشت و رقم ۱۲۸
- شکل ۴-۲۱. طول دوره رشد رويشي قبل از مرحله چكمه‌اي سورگوم دانه‌اي تحت تأثير برهمكنش تاريخ كاشت × رقم ۱۳۴
- شکل ۴-۲۲. زمان خروج ۵۰ درصد گل آذين‌هاي سورگوم دانه‌اي تحت تأثير برهمكنش تاريخ كاشت × رقم ۱۳۴
- شکل ۴-۲۳. زمان ۵۰ درصد رسيدگي فزيولوژيك سورگوم دانه‌اي تحت تأثير برهمكنش تاريخ كاشت × رقم ۱۳۴
- شکل ۴-۲۴. روند تجمع ماده خشك كل ارقام سورگوم دانه‌اي در تاريخ‌هاي كاشت مختلف ۱۳۵-۶
- شکل ۴-۲۵. روند تغييرات CGR ارقام سورگوم دانه‌اي در تاريخ‌هاي كاشت مختلف ۱۳۷-۸
- شکل ۴-۲۶. تأثير تاريخ كاشت بر روند تغييرات CGR ارقام سورگوم دانه‌اي ۱۳۹-۴۰
- شکل ۴-۲۷. ميانگين درجه حرارت، ساعات آفتابي و GDD ماهانه در طول آزمايش ۱۴۱
- شکل ۴-۲۸. روند تغييرات RGR ارقام سورگوم دانه‌اي در تاريخ‌هاي مختلف كاشت ۱۴۲-۳
- شکل ۴-۲۹. تأثير تاريخ كاشت بر روند تغييرات RGR ارقام سورگوم دانه‌اي ۱۴۴-۵
- شکل ۴-۳۰. شاخص سطح برگ ارقام سورگوم دانه‌اي در تاريخ‌هاي مختلف كاشت ۱۴۵-۶
- شکل ۴-۳۱. اثر تاريخ كاشت بر شاخص سطح برگ ارقام سورگوم دانه‌اي ۱۴۷-۸
- شکل ۴-۳۲. روند تغييرات نسبت سطح برگ ارقام سورگوم دانه‌اي در تاريخ‌هاي مختلف كاشت ۱۴۹-۵۰
- شکل ۴-۳۳. اثر تاريخ كاشت بر روند تغييرات نسبت سطح برگ ارقام سورگوم دانه‌اي ۱۵۱-۲
- شکل ۴-۳۴. روند تغييرات سرعت جذب خالص ارقام سورگوم دانه‌اي در تاريخ‌هاي مختلف كاشت ۱۵۳-۴
- شکل ۴-۳۵. تأثير تاريخ كاشت بر روند تغييرات سرعت جذب خالص ارقام سورگوم دانه‌اي ۱۵۴-۵

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱. مقدمه

افزایش چشمگیر جمعیت، به ویژه در قرن اخیر، توأم با پیشرفت‌های قابل توجه علمی در زمینه استفاده بیشتر و بهتر از منابع آب، خاک، گیاه و نیروی انسانی، هرچند به حجم تولید و تنوع فرآورده‌های غذایی برای انسان و حیوان و مرغوبیت آن در سطح جهانی افزود، با این حال هر روز نیاز به تولید بیشتر غذا احساس می‌گردد. توجه روزافزون جهانی به تولید هرچه بیشتر فرآورده‌های غذایی به منظور رفع گرسنگی، جهاد عظیمی را در سراسر عالم در زمینه‌های دایر کردن زمین‌های بایر و افزایش سطح زیر کشت و بالا بردن میزان بهره‌دهی واحدهای کشاورزی ضمن توسعه مکانیزاسیون کشاورزی و حاصلخیزی خاک برانگیخته است. علاوه بر افزایش سطح زیر کشت و بهره‌دهی در واحد سطح، استفاده از سیستم‌های چند کشتی برای افزایش محصول نیز 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. تامین پروتئین حیوانی مورد نیاز جامعه از طریق فرآورده‌های دامی و طیور مستقیماً به تولید علوفه در مراتع و زراعت گیاهان علوفه‌ای در مزارع مربوط می‌شود (کریمی، ۱۳۸۴) به این ترتیب یکی از گزینه‌های مناسب در کشت دوم، زراعت گراس‌های گرمسیری از جمله سورگوم دانه‌ای است که به دلیل دارا بودن صفاتی از جمله نیاز آبی پایین، کم توقع بودن نسبت به نوع خاک و تولید علوفه و دانه با کیفیت بالا می‌تواند راهکار مناسبی جهت تغذیه دام و طیور موجود و جلوگیری از واردات به کشور و حفاظت خاک معرفی گردد.

کشت و تولید گیاهان علوفه‌ای به عنوان ماده اولیه در تامین مواد پروتئینی و در حفظ سلامتی و امنیت غذایی کشور و همچنین نیل به خودکفایی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، به طوری که در برنامه چهارم توسعه بیش از ۵۰ درصد افزایش تولید در محصولات زراعی به گیاهان علوفه‌ای اختصاص یافته است (بی‌نام، ۱۳۸۴). نقش تعیین کننده و جایگاه خاص گیاهان علوفه‌ای در حفظ حاصلخیزی خاک و جلوگیری از فشار بیش از حد دام بر مراتع کشور که سبب از بین رفتن پوشش گیاهی می‌شوند، کمبود منابع آبی لازم برای

آبیاری گیاهان زراعی، ضرورت حفظ محیط زیست و جلوگیری از تخریب آن و نیاز به تولید علوفه در فصل تابستان باعث رویکرد به زراعت گیاهان گرمسیری از جمله سورگوم در بسیاری از بوم نظام‌های زراعی کشور شده است. علاوه بر این رعایت رهنمودهای اکولوژیک برای پایداری تولید و سلامت بوم نظام در دراز مدت، کشت و کار گیاهان زراعی مختلف با فصل رشد کوتاه در طی تابستان را توجیه می‌نماید.

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. سورگوم گیاه مهمی در مناطق نیمه خشک جهان است. این مناطق با بارش کم، حاصلخیزی کم خاک و درجه حرارت‌های بالای خاک معرفی می‌شوند. سورگوم دارای گروه‌های رسیدگی زودرس و دیررس دانه‌ای و علوفه‌ای است که منشا گرفته از مناطق گرمسیری افریقا است (Setimela *et al.*, 2005).

ردی و همکاران^۱ (۲۰۰۳) برآورد کرده‌اند که بین سال‌های ۱۹۹۳ تا ۲۰۲۰، تقاضا برای تولیدات حیوانی 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. ناتوانی تولیدکنندگان در تولید کافی غذای دام در طول سال یکی از محدودیت‌های اصلی در پاسخ به این تقاضا برای گوشت و شیر است. 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. هرچند بقایای گیاهی به عنوان منبع علوفه در تغذیه دام در آسیا و آفریقا همچنان حائز اهمیت است، اما در سال‌های اخیر، استفاده از دانه غلات به عنوان غذای دام افزایش یافته است. برآوردها نشان می‌دهد که بین سال‌های ۱۹۸۲ تا ۱۹۹۴، استفاده جهانی از دانه غلات دانه‌ای به عنوان غذای دام به میزان سالانه ۰/۷ درصد افزایش یافته است. به رغم افزایش استفاده از دانه‌ها به عنوان غذا، کشورهای در حال توسعه هنوز کم‌تر از

^۱ Reddy *et al.*, 2003

نیمی از تولید دانه را برای تعلیف دام استفاده می‌کنند و بقایای گیاهی هنوز نقش اساسی در تهیه مواد غذایی برای دام در کشورهای در حال توسعه گرمسیری و نیمه گرمسیری برعهده دارند (Reddy *et al.*, 2003).

۱-۲. تاریخچه و اهمیت

سورگوم زراعی *Sorghum bicolor* (L.) Moench دارای عدد کروموزومی ۲۰، دیپلوئید بوده و محتمل‌ترین اجداد آن *S. arundinaceum* با عدد کروموزومی ۲۰ می‌باشد که در اصل مخلوطی است از گونه‌های وحشی که در مناطق گرمسیری آفریقا یافت می‌شود (آقالیخانی، ۱۳۷۲). این گیاه در کشاورزی ایران سابقه‌ای نسبتاً طولانی دارد و در گذشته در مناطقی چون سیستان و بلوچستان در میان محصولات زراعی بیش‌ترین سطح زیرکشت را به خود اختصاص داده بود (کریمی، ۱۳۸۴).

سورگوم، غله‌ای علوفه‌ای است که منشاء آن صحرای آفریقا است و برای قرن‌های متمادی به عنوان غله دانه‌ای غالب در آن مناطق کشت می‌شده است. دیگر اسامی سورگوم شامل: Durra, Feterita, Daza, Shalla, Milo, Kaffir corn, Juwar, Jowar, Guinea corn, Sorgo, ارزن مصری و سودان گراس است. احتمالاً سورگوم از حدود ۵۰۰ سال پیش کشت می‌شده و از آن زمان تاکنون بشر در جهت توسعه کشت این گیاه گام برداشته است (Farias *et al.*, 2007).

سورگوم گیاه مهمی در آفریقا، امریکای مرکزی و آسیای جنوبی است و پنجمین غله مهم جهان پس از گندم، برنج، ذرت و جو محسوب می‌شود. این گیاه از لحاظ سطح زیر کشت جهانی و میزان استفاده از بقایای آن به عنوان غذای دام در مقام پنجم پس از گندم، برنج، ذرت و جو قرار دارد. اما از لحاظ پتانسیل تولید دانه، علوفه و ماده خشک مقام چهارم را پس از ذرت، برنج و گندم داراست. در هند بالاترین تولید ماده خشک گیاه در برنج و پس از آن در سورگوم موجود است که تولید سورگوم تقریباً $\frac{1}{3}$ تولید برنج است و پس از آن گندم، ارزن، ذرت و لوبیا قرار دارد (Reddy *et al.*, 2003).

با وجود خاستگاه گرمسیری این گیاه به‌نژادگران ارقامی از این گیاه را اصلاح نموده‌اند که قادر به رشد در خارج از مناطق گرمسیری است، بنابراین کشت سورگوم در مناطقی با عرض جغرافیایی ۴۵ درجه شمالی تا ۴۵ درجه جنوبی امکان پذیر خواهد بود (Farias et al., 2007). در سال ۲۰۰۷ کل مساحت زیرکشت سورگوم در جهان ۴۳/۷ میلیون هکتار بوده که تولیدی معادل ۶۴/۵ میلیون تن با متوسط عملکرد ۱/۴۷ تن در هکتار به همراه داشته است (F.A.O. STAT, 2008).

چنان که لی و همکاران^۲ در سال ۲۰۰۲ گزارش کردند، در اوایل دهه ۱۹۸۰ در حدود ۳۹ درصد از تولید جهانی سورگوم به عنوان غذای انسان و ۵۴ درصد از آن در تغلیف حیوانات مصرف می‌شد. نسبتی از سورگوم که به عنوان غذا استفاده می‌شده به تدریج افزایش یافته که در نتیجه باعث مصرف بیش‌تر آن به عنوان غذا در افریقا و جایگزینی آن با دیگر گیاهان دانه‌ای (بویژه ذرت) به عنوان غذای دام در دیگر مناطق شده است. در بین سال‌های ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۴، ۴۲ درصد از کل مصرف سورگوم برای غذای انسان و ۴۸ درصد آن به عنوان غذای دام بوده است.

در حدود ۹۰ درصد از سطح زیر کشت سورگوم به کشورهای درحال توسعه واقع در آفریقا و آسیا اختصاص دارد. کشت این گیاه در این مناطق به منظور تولید غذا مورد توجه کشاورزان کم‌درآمد می‌باشد. مابقی سطح زیر کشت این گیاه به کشورهای توسعه یافته اختصاص دارد که عمدتاً به منظور تامین علوفه دام کشت می‌گردد (Farias et al., 2007).

² Lee et al., 2002

۳-۱. گیاهشناسی سورگوم

سورگوم دانه‌ای گیاهی است یکساله که از نظر طبقه‌بندی گیاهی به تیره Poaceae و قبیله Andropogoneae تعلق دارد (آقاعلیخانی، ۱۳۷۲).

۱-۳-۱. خصوصیات مورفولوژیک

۱-۳-۱-۱. ریشه

سیستم ریشه‌های سورگوم از نوع افشان یا سطحی است و دارای تعداد زیادی ریشه‌های موئین می‌باشد. ریشه‌های جنینی یا اولیه، در طی مرحله جوانه‌زنی ظاهر می‌شوند و بعد از مدتی از بین می‌روند. ریشه‌های ثانویه از اولین گره منشعب شده و سیستم ریشه‌های افشان گیاه را تشکیل می‌دهند. طول ریشه‌ها در سورگوم حدود ۲۵-۳۰ سانتی‌متر و قطر آن‌ها بیش‌تر از گندم است، در عوض پراکندگی آن‌ها در اطراف ساقه در زیر خاک نسبتاً زیاد است به طوری که انتهایی‌ترین قسمت آن ۹۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر از گیاه فاصله می‌گیرد (آقاعلیخانی، ۱۳۷۲). ریشه‌هایی که از پایین‌ترین گره‌های ساقه ایجاد می‌شوند، ریشه‌های نگهدارنده نام دارند. چنانچه شرایط محیطی نامساعد باشد، ممکن است گیاه برای استقرار بهتر خود تعداد زیادی از این نوع ریشه‌ها را تولید نماید. این ریشه‌ها در جذب و هدایت آب و مواد غذایی فعالیت ندارند (آقاعلیخانی، ۱۳۷۲). اغلب تولیدات ریشه سورگوم در اوایل فصل رشد روی می‌دهد و ۷۰ روز پس از کاشت متوقف می‌شود. مرگ و میر ریشه‌ها خیلی زود در اوایل فصل رشد شروع شده اما به طور خطی تا رسیدگی فیزیولوژیک افزایش می‌یابد. اغلب ریشه‌های سورگوم در عمق ۲۳ تا ۳۱ سانتی‌متری خاک تولید می‌شوند (Pritchard *et al.*, 2006).

سورگوم دانه‌ای سیستم ریشه‌ای وسیعی دارد و ممکن است تحمل بیش‌تری در مقایسه با ذرت نسبت به خاک‌هایی با لایه سخت سطحی داشته باشد (University of Arkansas, 2006).

۱-۳-۱. ساقه

ساقه سورگوم توپر است و از یک‌سری گره و میانگره به‌طور متناوب تشکیل یافته است. فواصل گره‌ها در قسمت‌های انتهایی ساقه زیادتر است و گره‌های پایین ساقه خاصیت ریشه‌زایی دارند. در سورگوم میانگره بالایی و محور گل‌آذین توپر نیست. قطر ساقه در وارپته‌های مختلف متفاوت است ولی به‌طور کلی در قسمت قاعده ساقه بین ۵ میلی‌متر تا ۵ سانتی‌متر تغییر می‌کند. قطر ساقه از پایین به بالا کم می‌شود. ساقه سورگوم هرچند سفت و توپر است و پوست سختی دارد، قسمت مرکزی یا مغز آن حالت اسفنجی داشته و نرم است (آقاعلیخانی، ۱۳۷۲).

۱-۳-۱. پنجه

در میان انواع سورگوم، از نظر پتاسیل پنجه‌زنی تنوع زیادی مشاهده می‌شود. این امر به وارپته و تراکم گیاهی بستگی دارد. معمولاً جوانه‌هایی که در گره‌های منطقه یقه وجود دارند، پنجه تولید می‌کنند. هر ساقه جدیدی که بوجود می‌آید سیستم ریشه‌ای مجزایی داشته و در منطقه یقه خود یک‌سری جوانه‌های جدید تولید می‌کند، با این حال هنوز وابسته و متصل به یقه اصلی گیاه باقی می‌ماند (آقاعلیخانی، ۱۳۷۲). در برخی از وارپته‌ها، پنجه‌زنی و شاخه‌دهی عکس‌العمل خاصی است که گیاه در برابر تنش از خود نشان می‌دهد. برخی از وارپته‌ها خیلی زود تولید پنجه می‌کنند، درحالی که برخی دیگر تا پس از گلدهی پنجه نمی‌زنند مگر در پاسخ به نوعی تنش محیطی یا بروز آفت (آقاعلیخانی، ۱۳۷۲).

۱-۳-۱. برگ

در سورگوم هر برگ از یک پهنک و یک غلاف تشکیل شده است. غلاف برگ در وارپته‌های کوتاه‌قد همپوشانی دارد، لیکن در ارقام بلندتر، معمولاً قسمت‌هایی از میانگره بیرون است و توسط غلاف برگ پوشیده نمی‌شود. سطح برگ را معمولاً یک لایه کوتینی پوشانده است که ریزش برگ‌ها و طول دوره خشکی و تا شدن برگ‌ها را به تاخیر می‌اندازد. برگ‌ها به‌طور متناوب روی ساقه قرار می‌گیرند. به‌طور کلی پراکنش برگ

در طول ساقه در انواع سورگوم متفاوت است، در بعضی انواع ممکن است برگ‌ها در قسمت پایین ساقه جمع شده باشد و در بعضی دیگر از توزیع یکسانی برخوردار هستند. حاشیه برگ‌ها ممکن است صاف یا موج‌دار باشد، این امر علاوه بر وارسته به شرایط آب و هوایی محیط نیز بستگی دارد (آقاعلیخانی، ۱۳۷۲).

۱-۳-۱-۵. گل

گل‌آذین سورگوم خوشه باز یا پانیکول می‌باشد. پانیکول معمولاً در انتهای ساقه به صورت عمودی رشد می‌کند یا ممکن است در برخی ارقام خمیده باشد، اغلب بزرگ و هرمی شکل است. گل‌آذین سورگوم که بسته به نوع وارسته، متراکم و فشرده یا باز و تنک می‌باشد یک محور اصلی و انشعابات متعدد دارد. محور مرکزی پانیکول ممکن است در زیر تراکم شاخه‌های فرعی پوشیده و پنهان گردد یا به طور آشکارا دیده شود (آقاعلیخانی، ۱۳۷۲). طول انشعابات در سورگوم دانه‌ای ۱۰-۱۲ سانتی‌متر و در نوع جارویی به ۱۰۰ سانتی‌متر نیز می‌رسد. سنبلچه‌ها به صورت جفتی قرار می‌گیرند به طوری که یکی از آن‌ها دارای دمگل و عقیم و دیگری بدون دمگل و بارور می‌باشد. طول سنبلچه‌ها در آن بین ۴-۶ میلی‌متر متغیر است (شریفی، ۱۳۸۳) هر سنبلچه توسط دو گلوم پوشیده می‌شود، پوشش گلچه بارور معمولاً چرمی و سفت است. لما و پالئا نازک و شکننده هستند. لما ممکن است ریشک‌دار یا فاقد ریشک باشد. برخی از سورگوم‌ها بذرهایی دارند که کاملاً به پوسته پوشاننده بذر چسبیده و این پوسته حتی پس از خرمن‌کوبی هم جدا نمی‌شود. حال آنکه در سایر انواع سورگوم بیش از نصف بذر خارج از پوشش قرار گرفته و در اثر کوبیدن از دانه جدا می‌شود (آقاعلیخانی، ۱۳۷۲).

شکوفه‌ی گل‌های سورگوم در طی شب و قبل از طلوع خورشید در صبح زود باز می‌شوند ولی گلدهی ممکن است تحت شرایط خاصی تا اواسط روز نیز ادامه یابد. معمولاً گلدهی از بالاترین قسمت پانیکول آغاز شده و به طور منظم به سمت پایین گل‌آذین پیشرفت می‌نماید. شکوفایی تمام گل‌های یک پانیکول بسته به اندازه پانیکول، نوع وارسته و درجه حرارت بین ۶-۹ روز به طول می‌انجامد. یک پانیکول در سورگوم به تنهایی

ممکن است ۲۴ تا ۱۰۰ میلیون دانه گرده تولید نماید. دانه‌ی گرده سورگوم خیلی زود قدرت و توانایی تلقیح را از دست می‌دهد و از دانه گرده‌ای که چندین ساعت قبل از موعد تلقیح، رها شده باشد به ندرت دانه کاملی تشکیل خواهد شد. کلاله‌ها از یک روز یا دو روز قبل از باز شدن گل‌ها تا چند روز پس از آن آمادگی پذیرش دانه گرده را دارند. میزان دگرگشتی طبیعی در سورگوم به طور متوسط در حدود ۶ درصد است (آقاعلیخانی، ۱۳۷۲).

۱-۳-۱-۶. میوه و دانه

میوه در سورگوم از نوع گندمه (Caryopsis) می‌باشد. دانه‌ها کم و بیش کروی بوده و از نظر اندازه، فرم و رنگ در بین واریته‌های مختلف تفاوت‌های قابل توجهی دیده می‌شود. پریکارپ در واریته‌های مختلف به رنگ قرمز، قهوه‌ای، سفید، زرد و کرم دیده می‌شود. پوسته زیرین بذر (Testa) نیز ممکن است حاوی رنگدانه‌های قرمز تیره تا قهوه‌ای تیره باشد. در سورگوم اندازه بذر از کوچک (وزن صد دانه کم‌تر از یک گرم) تا بزرگ (وزن صد دانه حدود ۵-۶ گرم) متغیر است (آقاعلیخانی، ۱۳۷۲).

۱-۳-۲. ارزش تغذیه‌ای

در مقایسه با دیگر غلات دانه‌ای، میزان کالری و قابلیت هضم دانه سورگوم نسبتاً بالا است (جدول ۱-۱)، اگرچه کالری‌زایی دانه سورگوم ممکن است بالا باشد اما محتوی پروتئین (۱۱ درصد) و فیبر (۲ درصد) آن نسبتاً پایین است بنابراین، به منظور تغذیه پرندگان علاوه بر سورگوم برای تامین منبع پروتئینی از گیاه دیگری نیز استفاده می‌شود (National Audubon Society, 2007).

جدول ۱-۱ ارزش تغذیه‌ای دانه برخی از گیاهان زراعی

ارزش تغذیه‌ای	سورگوم	ذرت	گندم	سویا	برنج
کالری‌زایی (Kcal.g ⁻¹)	۳/۹۶	۳/۹۷	۳/۸۵	۳/۰۳	-
قابلیت هضم (%)	۸۷	۸۸	۵۵	۶۳	۶۷

میزان پروتئین دانه سورگوم از ۸ تا ۱۶ درصد تغییر می‌کند و ارقام تجارتي دارای ۱۰ تا ۱۳ درصد پروتئین است مقادیر لیزین، میتونین، فیبر خام، خاکستر و فسفر سورگوم به طور متوسط مشابه ذرت است (بی‌نام، ب. ۱۳۸۶).

سورگوم دارای دانه محکمی است که آن را نسبت به بیماری‌ها و آسیب‌های فیزیکی مقاوم می‌سازد و برای هضم توسط حیوانات مشکل ایجاد می‌نماید (Farias *et al.*, 2007). دانه‌های بزرگ سورگوم با آندوسپرم شاخی معمولا برای غذای انسان ترجیح داده می‌شوند. گزارش شده که سورگوم‌های دانه‌ای نرم، آب بیش‌تری را نسبت به دانه‌های سخت در طی پختن جذب می‌کنند. دانه‌های سخت سورگوم آردی تولید خواهد کرد که شامل ذرات زبر زیادی همراه با خاکستر کم و محتوی زیاد نشاسته خسارت دیده است (Lee *et al.*, 2002).

۱-۴. مراحل رشد و نمو سورگوم

توانایی سورگوم در تولید محصول قابل توجه حتی تحت شرایط نامساعد محیطی، آن را به یکی از گیاهان زراعی پرترفدار نزد بیشتر تولیدکنندگان تبدیل نموده است. بسیاری از تولیدکنندگان بر این باورند که سورگوم دانه‌ای محصول خوبی را در شرایطی با کمترین نهاده‌های مدیریتی تولید می‌کند. در حقیقت، تحت شرایط تنش‌های محیطی و مدیریت ضعیف، عملکرد گیاهان زراعی دانه‌ای کاهش می‌یابد، اما مشابه هر گیاه