۱۰۲۶۷۲

دانشگاه اصفهان
دانشکده علوم
گروه زیست شناسی

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی زی‌ست شناسی-علوم گیاهی
گرایش فیزیولوژی گیاهی

میزان دانه و نشاسته تولید شده در سورگوم وذرت با توجه به معیار روز-درجه-رشد

استاد راهنما:
دکتر عباس المدرس

استادان مشاور:
دکتر اکبر مستاجران
دکتر مهدی کدیور

پژوهشگر:
فاطمه رئیسی

شهریورماه ۱۳۸۶

۱۰۲۷۶۲

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات
و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه
متعلق به دانشگاه اصفهان است.

شیوه نگارش پایان نامه
رعایت شده است.
تحصیلات تکمیلی دانشگاه اصفهان

دانشگاه اصفهان
دانشکده علوم
گروه زیست‌شناسی

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی زیست‌شناسی گرایش فیزیولوژی گیاهی

خانم فاطمه رئیسی

تحت عنوان

میزان دانه و نشاسته تولید شده در سورگوم و ذرت با توجه به معیار روز–درجه– رشد

در تاریخ ۸۶/۶/۲۸. توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه عالی..... به تصویب نهایی رسید.

1- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر عباس المدرس با مرتبه‌ی علمی دانشیار	امضاء
2- استادان مشاور پایان‌نامه	دکتر اکبر مستاجران با مرتبه‌ی علمی دانشیار	امضاء
	دکتر مهدی کدیور با مرتبه‌ی علمی استادیار	امضاء
3- استاد داور داخل گروه	دکتر سید مجید قادریان با مرتبه‌ی علمی استادیار	امضاء
4- استاد داور خارج از گروه	دکتر حمید فهیمی با مرتبه‌ی علمی	امضاء

امضای مدیر گروه

به نام خدا

سپاس و ستایش خدا را سزد که یگانه وبی همتاست و ذات بیکرانش آکنده از علم و دانش، چه با سخاوت از این خوان بی همتا بشر را موهبتی شگرف ارزانی داشت و دریای کمالات خود را به روی او گشود تا با تمسک به عنایات خداوندی راه کمال و آراستگی برگزیند و با توشه ای از پاکی و صفا و نصیبی از موفقیت ره به سرمنزل مقصود بپیماید.

از پدر و مادرم که زحمات چندین ساله تحصیلم را با آغوش باز پذیرا شدند، تشکر می نمایم و بر دستان پر از مهرشان بوسه می زنم.

با سپاس از کسانی که ایثارگرانه خود را وقف دستیابی ابناء بشر به این فیض بیکران الهی نموده اند، بدینوسیله مراتب تقدیر و سپاس خود را از استاد گرانقدر جناب آقای دکترعباس المدرس که در تدوین و تنظیم این رساله پدرانه با نهایت محبت و صمیمیت از هیچگونه تلاشی دریغ نورزیدند اعلام می دارم و همچنین بجاست که از بذل توجه و راهنمائیهای ارزشمند استادان ارجمند جناب آقای دکتر مستاجران و جناب آقای دکتر کدیور در جهت تدوین منطقی و مناسب این رساله نهایت سپاس را داشته باشم. همچنین بر خود لازم می دانم از زحمات اساتید ارجمند گروه زیست شناسی آقایان دکتر رحیمی نژاد، دکتر شریعتی، دکتر قادریان، دکتر صاحبی، دکتر افشارزاده، دکتر احسانپور نهایت سپاس خود را تقدیم دارم. از زحمات مدیریت گروه زیست شناسی جناب آقای دکتر زرکش و مدیریت سابق جناب آقای دکتر مشتاقیان کمال تشکر را دارم. از خانم بلوکی، آقای مهندس بهرامی، آقای طاهری، آقای انتشاری و خانم روحانی کمال تشکر را دارم. از دوستان خوبم خانم ها فاطمه بهرامی، زهره علمی، سمیه براری، طیبه تکیه آرانی، معصومه شمس، رقیه اسدبلند و زهره چمن آرا صمیمانه قدردانی می نمایم.

از همسرم که مشوق من در این راه و شریک سختی هایم بودند تشکر می نمایم و این مجموعه را به پاس فداکاری هایش به ایشان تقدیم می نمایم.

چکیده:

سورگوم وذرت دو گیاه چهار کربنه هستند که در مناطق گرم دنیا قابل کشت می‌باشند، ولی سورگوم نسبت به ذرت توانایی بیشتری در تحمل شرایط خشک دارد. اگر گیاهان در شرایط استرس گرما قرار گیرند، کاهش محصول درآن‌ها رخ می‌دهد. ولی شرایط استرس گرما یا بالاترین دمایی که گیاه می‌تواند تحمل کند در گیاهان مختلف با یکدیگر فرق دارد. براین اساس انتخاب تاریخ‌کشت مناسب ضروری است. تاریخ‌کشت مناسب برای گونه‌ها به دمای خاک،وضعیت رطوبت خاک،رسیدن رقم و نیز به مکان جغرافیایی بستگی دارد. همچنین اثر تاریخ‌کشت در سال‌های مختلف، بسته به دما در فصل رشد،با هم فرق دارد. بنابراین پنجره‌ای از تاریخ‌کشت‌ها موجود است که می‌توان گیاه را در آن تاریخ‌ها کشت کرد. در این تحقیق، اثر چهار تاریخ‌کشت (۱۵اردیبهشت، ۳۰اردیبهشت، ۱۵خرداد، ۳۰خرداد) روی پارامترهای مختلف سه واریته از سورگوم (سورگوم شیرین *Keller* و *Sofra* و سورگوم جارویی) و یک واریته ذرت دانه‌ای، در شرایط آب‌وهوایی اصفهان مورد بررسی قرار گرفت. تحقیقات در زمینه اثر تاریخ‌کشت روی بیوماس نشان داد که بیشترین مقدار بیوماس در تاریخ‌کشت ۱۵اردیبهشت با مقدار ۱۱۰ تن در هکتار توسط سورگوم *Keller* و کم‌ترین بیوماس در تاریخ‌کشت ۱۵ اردیبهشت با مقدار ۲۲ تن در هکتار، مربوط به ذرت بوده است.

در تاریخ‌کشت دوم واریته سورگوم جارویی با بیشترین طول پانیکول (۵۰ سانتی‌متر) و ذرت با بیشترین قطر(۲۲ میلی‌متر) بوده است. همچنین بیشترین ارتفاع را واریته *Keller* با ۲۲۱ سانتی‌متر در تاریخ‌کشت سوم داشته است. اثر تاریخ‌کشت روی مقدار نشاسته نشان می‌دهد، بیشترین مقدار نشاسته در تاریخ‌کشت اول و مربوط به واریته سورگوم شیرین *Keller* (۶۹٪) بوده است و کم‌ترین مقدار آن‌را ذرت در تاریخ‌کشت دوم (۳۶٪) داشته است. بیشترین مقدار آمیلوز را واریته ذرت در تاریخ‌کشت چهارم (۳۲٪)، داشت. میانگین مقادیر آمیلوز واریته‌ها در تاریخ‌کشت سوم بیشتر از سایر تاریخ‌کشت‌ها بوده است. کمترین مقدار آمیلوز در تاریخ‌کشت اول مربوط به سورگوم Sofra با مقدار ۲۰/۵٪ بوده است.

از تفاوت بین ارقام کشت شده می‌توان نتیجه گرفت که ارقام سورگوم در مقایسه با ذرت بهتر می‌توانند دماهای بالا را تحمل کنند و برای کشت در این منطقه مناسب‌تر هستند. با توجه به نتایج فوق بیشترین مقدار بیوماس، نشاسته و آمیلوز واریته‌های مختلف را، می‌توان در ۳۰ اردیبهشت، به‌دست آورد.

کلمات کلیدی: سورگوم- ذرت- تاریخ کشت- نشاسته- آمیلوز

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- سورگوم ۲

۱-۲-۱- تاریخچه سورگوم ۲

۱-۲-۲- مصارف سورگوم ۳

۱-۲-۳- ارزش غذایی سورگوم ۴

۱-۲-۴- اهمیت اقتصادی سورگوم ۵

۱-۲-۵- مشخصات گیاه‌شناسی سورگوم ۶

۱-۳- سنتز نشاسته ۹

۱-۳-۱- شروع سنتز نشاسته ۹

۱-۳-۲- آنزیم‌های سنتز نشاسته ۱۲

۱-۳-۲-۱-برهم‌کنش Starch synthase با Branching enzyme ۱۵

۱-۳-۳- مقدار آمیلوز و آمیلوپکتین در نشاسته ۱۶

۱-۴- اثر دما ۱۸

۱-۴-۱- اثر ذما روی گیاهان C_3 ..... ۱۸

۱-۴-۱-۱- اثر دما روی سیب‌زمینی ۱۸

۱-۴-۱-۲- اثر دما روی غلات ۲۱

۱-۴-۲- اثر دما روی گیاهان چهار کربنه ۲۳

۱-۴-۲-۱- اثر دما روی ذرت ۲۳

۱-۵- کیفیت دانه ۲۴

۱-۶- واحد گرمایی ۲۵

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱- کاشت گیاهان ۲۸

عنوان | صفحه

۲-۲- نمونه برداری و آماده کردن نمونه‌ها ۲۹
۲-۳- عملیات آزمایشگاهی ۳۰
۲-۳-۱- اندازه‌گیری مقدار نشاسته ۳۰
۲-۳-۱-۱-تعیین عدد جذب اسپکتروفتومتر ۳۰
۲-۳-۱-۲- تهیه محلول استاندارد ۳۰
۲-۳-۱-۳- تهیه محلول شاهد ۳۱
۲-۳-۱-۴- تهیه بافر ۳۱
۲-۳-۲- اندلزه‌گیری مقدار آمیلوز ۳۲
۲-۳-۲-۱- تعیین عدد جذب اسپکتروفتومتر ۳۲
۲-۳-۲-۲- رسم منحنی استاندارد ۳۲
۲-۳-۳- محاسبه GDD ۳۴

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- مقدار GDD ۳۸
۳-۲- تحلیل آماری داده‌ها ۴۱
۳-۳- مقدار بیوماس ۴۳
۳-۳-۱- اثر تاریخ‌کشت ۴۳
۳-۳-۲-اثرگونه ۴۵
۳-۳-۳ – اثر متقابل تاریخ‌کشت وگونه ۴۵
۳-۴- طول پانیکول ۴۷
۳-۴-۱- اثر گونه ۴۷
۳-۴-۲- اثر متقابل تاریخ‌کشت و گونه ۴۸
۳-۵- اندازه قطر ۴۹
۳-۵-۱- اثر گونه ۴۹
۳-۵-۲- اثر متقابل تاریخ‌کشت و گونه ۴۹
۳-۶- ارتفاع گیاه ۵۱
۳-۶-۱- اثر تاریخ‌کشت ۵۱

عنوان | صفحه

۳-۶-۲- اثر گونه ۵۲
۳-۷- مقدار نشاسته ۵۳
۳-۷-۱-اثر تاریخ‌کشت ۵۳
۳-۷-۲- اثر گونه ۵۸
۳-۷-۳- اثر متقابل تاریخ‌کشت و گونه ۵۹
۳-۸- مقدار آمیلوز ۶۰
۳-۸-۱- اثر تاریخ‌کشت ۶۰
۳-۸-۲- اثر گونه ۶۲
۳-۸-۳- اثر متقابل تاریخ‌کشت و گونه ۶۲
۳-۹- جمع‌بندی ۶۴
۳-۱۰- پیشنهادات ۶۵
منابع‌ومأخذ ۶۶

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- مسیر سنتز نشاسته در گیاهان ۱۱

شکل ۱-۲- فعال شدن سنتزADP-گلوکزبوسیله ۳PGA درحضور غلظت‌های بالای P_i ۱۳

شکل۲-۱- منحنی استاندارد آمیلوز ۳۳

شکل ۳-۱- مقایسه مقدار بیوماس سه رقم سورگوم و یک رقم ذرت دانه‌ای در تاریخ‌کشت‌های مختلف،مقایسه میانگین‌ها در سطح پنج درصد وبرای هر تاریخ‌کشت به صورت مجزا مقایسه شده‌اند، حروف یکسان عدم معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها می‌باشد ۴۶

شکل۳-۲- مقایسه مقدار طول پانیکول سه رقم سورگوم و یک رقم ذرت دانه‌ای در تاریخ‌کشت‌های مختلف، مقایسه میانگین‌ها در سطح پنج درصد وبرای هر تاریخ‌کشت به صورت مجزا مقایسه شده‌اند، حروف یکسان، عدم معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها می‌باشد ۴۸

شکل۳-۳- مقایسه مقدار قطر سه رقم سورگوم و یک رقم ذرت دانه‌ای در تاریخ‌کشت‌های مختلف، مقایسه میانگین‌ها درسطح پنج درصد وبرای هر تاریخ‌کشت به صورت مجزا مقایسه شده‌اند، حروف یکسان، عدم معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها می‌باشد ۵۰

شکل ۳-۵- مقایسه مقدار نشاسته سه رقم سورگوم و یک رقم ذرت دانه‌ای در تاریخ‌کشت‌های مختلف، مقایسه میانگین‌ها در سطح پنج درصد وبرای هر تاریخ‌کشت به صورت مجزا مقایسه شده‌اند،حروف یکسان، عدم معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها می‌باشد ۵۹

نمودار۳-۶: مقایسه مقدار آمیلوز سه رقم سورگوم و یک رقم ذرت دانه‌ای در تاریخ‌کشت‌های مختلف، مقایسه میانگین‌ها در سطح پنج درصد وبرای هر تاریخ‌کشت به صورت مجزا مقایسه شده‌اند، حروف یکسان، عدم معنی‌دار بودن تفاوت میانگین‌ها می‌باشد ۶۳

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱- مقدار مواد مغذی موجود در ۲۰ گرم دانه سورگوم ۴

جدول۱-۲- مراحل نموسورگوم ۲۷

جدول ۲-۱- مقادیر GDD به دست آمده در فصل رشد ۳۵

جدول ۳-۱- تاریخ برداشت و مقادیرGDD در زمان برداشت در گونه‌های مختلف در شرایط زمان کاشت متفاوت ۴۰

جدول۳-۲- نتایج آنالیز واریانس صفات اندازه‌گیری شده بر روی سه رقم سورگوم، یک رقم ذرت و چهار تاریخ‌کشت ۴۲

جدول ۳-۳- مقایسه میانگین های بیوماس سه گونه سورگوم و یک گونه ذرت در چهار تاریخ‌کشت هریک در سه تکرار ۴۴

جدول ۳-۴- مقایسه میانگین‌های بیوماس در سه گونه سورگوم ویک گونه ذرت در سه تکرار ۴۵

جدول ۳-۶- مقایسه میانگین‌های قطر سه گونه سورگوم و یک گونه ذرت با سه تکرار ۴۹

جدول ۳-۷- مقایسه میانگین های ارتفاع سه گونه سورگوم و یک گونه ذرت در چهار تاریخ کشت با سه تکرار ۵۱

جدول ۳-۸- مقایسه میانگین‌های ارتفاع سه رقم سورگوم و یک رقم ذرت کشت شده در سه تکرار ۵۲

جدول ۳-۹- مقایسه مقادیر میانگین نشاسته در چهار تاریخ‌کشت با سه تکرار ۵۴

جدول ۳-۱۰- مقایسه میانگین مقادیر نشاسته چهار واریته با سه تکرار ۵۸

جدول ۳-۱۱- مقایسه مقادیر میانگین آمیلوز سه گونه سورگوم و یک گونه ذرت در چهار تاریخ‌کشت با سه تکرار ۶۱

جدول ۳-۱۲- مقایسه میانگین مقادیر آمیلوز سه گونه سورگوم و یک گونه ذرت در سه تکرار ۶۲

فصل اول

مقـدمه

۱-۱- مقدمه:

گیاهان تأمین کننده مواد غذایی و انرژی می‌باشند. رشد جمعیت و محدود بودن شرایط مساعد بـرای گیاهـان از جمله عوامل مؤثر در ادامه زندگی هستند. از جمله روش‌هایی کـه مـی‌تـوان در جهـت رفـع ایـن مـشکل در پـیش گرفت مطالعه، تحقیق و بویژه تحقیق علمی‌پیرامون مسائل علوم گیاهی و کشاورزی است (خدابنده، ۱۳۶۶).

سورگوم گیاهی است از خانواده گندمیان و با توجه به مـصارف مختلـف غـذایی بـرای انـسان، دام و طیـور دارای اهمیت خاصی است. سورگوم پس از گندم، برنج، ذرت و جو بیشترین سطح کـشت را در جهـان دارا مـی‌باشـد و منبع اولیه غذای مردم مناطق نیمه خشک آفریقا و مناطقی از آسیاست (المدرس، ۱۳۶۶). با توجه به شرایط آب و هوایی کشور ما، کشت سورگوم به لحاظ مقاومت به کم‌آبی و عملکرد مناسب در انواع خاک‌ها از شنی تا رسـی بـا pH برابـر ۵/۵ تـا ۸/۵ و مقاومـت نـسبت بـه شـوری و زودرس بـودن آن، مـی‌تـوانـد تـرویـج گـردد (المدرس، ۱۳۷۰). لذا مطالعه و پژوهش در مورد سورگوم گـامی‌مـؤثر در جهـت شناسـایی و ارائـه راه حـل هـای مناسب جهت افزایش عملکرد و بالا بردن ارزش غذایی آن می‌باشد (خدابنده، ۱۳۶۶).

۱-۲- سورگوم

۱-۲-۱- تاریخچه سورگوم

سورگوم(Sorghum) درزبان لاتین به نام سورگو[1]معروف می‌باشد، که از فعل سورگر[2] به معنی بالارفتن گرفته شده است (Smith *et al.*, 1970). در ابتدا سورگوم در مناطق مرکزی آفریقا، سودان و اتیوپی کشت می‌شده است و سپس کشت سورگوم از آفریقا به آسیا و نهایتاً آمریکا و استرالیا گسترش پیدا کرد. مدارکی بدست آمده است که نشان دهنده کشت سورگوم در نینوا به حدود ۷۰۰ سال قبل از میلاد مسیح و در شرق آفریقا به ۵۰۰۰ سال قبل از میلاد می‌رسد. سورگوم از آفریقا منشا گرفته است، جایی که دارای نواحی گرم و خشک است. در حدود یک هزار سال قبل از میلاد مسیح سورگوم به هند وارد شد و سپس در نواحی جنوب آسیا تا چین پراکنده شده است (Dicko *et al.*, 2006). تجارت برده در سال۱۸۵۳در آمریکا باعث انتقال واریته های سورگوم از غرب آفریقا به قاره امریکا گردید. زیرا سورگوم غذای برده‌ها محسوب می‌شد، سورگوم درافریقا و هند جزء غذای اصلی انسان‌هااست. سورگوم یک جنس است که در حدود۲۰گونه دارد. بومی‌مناطق گرمسیری است و در مناطق استوایی و آفریقای شرقی دیده می‌شود،همچنین یک گونه بومی‌مکزیکو نیز دارد. سایر نام‌هایی که برای این گیاه بکار می‌رود شامل موارد زیر است:

Guinea com, Feterita, Egyptian millet, Durra, Jowar, Kaffir corn, milo, Shallu Sudan grass (Wikipedia .org).

در زمان‌های قدیم سورگوم در کشور ما، بویژه در اردستان و یزد کشت می‌شده است. همچنین در سیستان و بلوچستان، سورگوم دانه‌ای کشت می‌شده که از آن برای تهیه نان استفاده می‌کردند. در مناطق گرم استان فارس از جمله کازرون سورگوم علوفه‌ای کشت می‌شود. در کرمان و بنادر جنوب نیز سورگوم کشت شده و به مصرف دام می‌رسد. بررسی گیاهی که در مازندران به نام نی هندی معروف است نشان داده که این گیاه نوعی سورگوم شیرین می‌باشد. در مازندران از عصاره این گیاه برای تهیه شربت استفاده می‌شده و بنظر می‌رسد که این گیاه در زمان صفویه از هندوستان به مازندران منتقل شده باشد. با وجود اینکه بسیاری از نقاط جنوبی کشور برای کشت این محصول مناسب می‌باشد ولی تا کنون نسبت به پرورش این گیاه در مقیاس وسیع مبادرت نشده است (عادلی، ۱۳۷۴).

---

[1] -Surgo

[2] –Surgere

۱-۲-۲- مصارف سورگوم

اهمیت سورگوم در مناطقی مانند آفریقا آشکار است ،چون میتوان انواع متفاوتی ازغذاها وآشامیدنی‌ها را از آن تهیه نمود. سورگوم تخمیر شده و در ساختن فرنی استفاده می‌شود. در تخمیر آن باکتری‌های اسیدلاکتیکی دخالت دارند، شبیه به باکتریهایی که ماست را می‌سازند. این پروسه به از بین زفتن باکتریهای خطرناک موجود در آن ،کمک می کندوغذا رادر برابرفاسد شدن محافظت می کند (Dicko *et al.*, 2006). نان تخمیر نشده‌ای در هند و آمریکای مرکزی پخته می‌شود که در هندوستان روتی[1] نام دارد و بر روی شبکه‌های سیمی‌داغ تهیه می‌شود. نان تخمیر شده ای در سودان، اتیوپی و هند تهیه می‌شود و به آن نام‌هایی همچون کیسرا[2]، انگرا[3]، و دوسای[4] اطلاق می گردد. شوربای غلیظ که در آفریقا و هند از سورگوم دانه سفید تهیه می گردد و به نام های یوگالی[5]، بوگوبی[6]، سانیو[7] و دالاکی[8] مشهور می‌باشد. شوربای رقیق که در افریقا بویژه در نیجریا و هند تهیه می گردد به نام‌های اوجی[9]، آمبالی[10] اکو[11]، و ادی[12] معروف است. در غرب و جنوب آفریقا بخصوص در سودان ازدانه‌های سورگوم، بویژه دانه‌هایی با رنگ تیره، نوشابه‌های الکلی به نام‌های دولو[13]، پیتو[14] و مارسیا[15] تهیه می‌شود.تهیه نوشابه‌های غیر الکلی در آفریقا به نام‌های ناشا[16] ، لتینگ[17] و ماروا[18] مشهور است. در بسیاری از مناطق آفریقا مردم از سورگوم به عنوان سبزی تازه استفاده می کنند. در برزیل از سورگوم برای تولید اتانول و نیز شیره قندی استفاده می کنند. همچنین سورگوم علوفه‌ای یا حتی انواع وحشی آن برای تغذیه دام استفاده می‌شود (Kipps, 1980).

1- Roti
2- Kisra
3- Ingera
4- Dosais
5- Ugali
6- Bogobi
7- Sanio
8- Dalaki
9- Oji
10- Ambali
11- Eko
12- Edi
13- Dolo
14- Pito
15- Marsia
16- Nasha
17- Leting
18- Marewa

۱-۲-۳- ارزش غذایی سورگوم

در جدول (۱-۱) ارزش غذایی سورگوم نشان داده شده است :

۲۰ گرم سورگوم حاوی:

جدول ۱-۱- مقدار مواد مغذی موجود در ۲۰ گرم دانه سورگوم

مقدار / ماده مغذی	mg/۲۰g	مقدار / ماده مغذی	mg/۲۰g
پروتئین	۳۰۰ mg	منیزیم	۲۰ mg
کربوهیدرات	۱۵×۱۰^{۳} mg	فسفر	۱۱ mg
کلرید	۶۲ mg	پتاسیم	۲۰۰ mg
کلسیم	۳۰ mg	سدیم	۱/۶ mg
مس	۰/۰۳ mg	روی	۰/۸ mg
آهن	۰/۷۶ mg	ریبوفلاوین	۰/۰۳ mg

آندوسپرم دانه حاوی کاروتنوئید است. کاروتنوئیدهای سورگوم دانه زرد شامل گزانتین، لوتئین، بتاکاروتن، گزانتوفیل I و گزانتوفیل II می‌باشد (Delprit *et al.*, 2000). سورگوم و گندمیان در کل منبع ویتامین های گروه B هستند. سایر ویتامین‌های موجود در چربی D، E و K هم در دانه سورگوم یافت شده است. سورگوم به عنوان یک منبع ویتامین C شناخته نشده است.

مطالعات انجام شده در زمینه قابل هضم بودن پروتئین سورگوم برای انسان نشان داده است که ارقام سورگوم دانه‌ای بصورت خام حاوی ۲۸/۴ تا ۷۳/۱ درصد پروتئین هستند که بیشترین مقدار آن مربوط به ارقام سفید رنگ است، زیرا مقدار فیبر خام و تانن آنها بسیار کم می‌باشد و کمترین مقدار مربوط به سورگوم جارویی است که به علت زیاد بودن میزان تانن آنها می‌باشد (خدابنده، ۱۳۶۶). مقدار پروتئین دانه سورگوم با وزن و مقدار نشاسته رابطه عکس دارد. مقدار پروتئین و محصول دانه نیز رابطه معکوس دارند. بعبارت دیگر مقدار خاکستر[1] و پروتئین سورگوم با یکدیگر رابطه مستقیم دارند (Dicko *et al.*, 2006). تخمیر طبیعی آرد سورگوم باعث افزایش اسیدهای آمینه‌ای همچون لیزین و متیونین گشته و باعث بالارفتن کیفیت پروتئین و ارزش غذایی آن می‌گردد و میزان ویتامین‌ها نیز افزایش می‌یابد (خدابنده، ۱۳۶۶). سورگوم شبیه سایر غلات بطور غالب نشاسته‌ای است که

[1] - Ash

بالاترین مقدار نشاسته و پروتئین آن در آندوسپرم قرار دارد. مقدار فیبر بالا در لایه بیرونی و مقدار کم مواد غذایی هضم شدنی از خصوصیات ویژه سورگوم است. جنین دارای مقدار زیادی لیپید و نمک‌های معدنی با مقادیر کمتر پروتئین و ویتامین‌های گروه B است (Dicko *et al.*, 2006).

۱-۲-٤- اهمیت اقتصادی سورگوم

سورگوم ازنظراقتصادی درجهان بعدازگندم، برنج وذرت، مقام چهارم را داراست. سورگوم یکی از گیاهان علوفه‌ای مهمی‌است که بطور وسیع بعنوان علوفه تابستانه، هنگامی‌که سایر علوفه‌ها کم هستند در عمده کشورهای خشک و نیمه خشک جهان کشت می‌شود (رضوانی مقدم، ۱۳۸۳).

در واقع عمده‌ترین مصرف سورگوم در تغذیه حیوانات است ولی موارد استفاده دیگری مانند تولید نشاسته، موم، قند، دکستروز و الکل نیز دارد. بعلاوه از آن آرد تولید می‌شودو برای مرتع، سیلو و علوفه نیز استفاده می‌گردد. وجود مصارف مختلف سورگوم و امکان کاشت این گیاه در زمین‌های فقیر و نیاز آبی کم آن باعث شده که در اکثر نقاط جهان کشاورزان مبادرت به کشت سورگوم نمایند. در گذشته سورگوم در مناطقی که به علت خشکی زیاد برای ذرت مناسب نبود، کاشته می‌شد اما امروزه با تولید سورگوم‌های هیبرید این گیاه از نظر کمی‌و کیفی کارایی بالایی پیدا کرده و در اکثر مناطق کشت می‌شود (خدابنده، ۱۳۶۶).

سورگوم شیرین مواد قندی از جمله گلوکز، فروکتوز، ساکارز و نشاسته را در سلول های پارانشیمی‌مغز ساقه خود ذخیره می‌کند. در کشورهای پیشرفته از ساقه‌های سورگوم شیرین جهت تهیه الکل استفاده می‌شود. استفاده از دانه سورگوم یا ساقه سورگوم شیرین برای تولید اتانول توسط کوبل و کریل من در سال ۱۹۸۰بررسی شد. از یک تن دانه ذرت ۳۸۷ لیتر الکل تولید می‌گردد. از همین میزان دانه سورگوم۳۷۲ لیتر الکل تولید می‌شود (Taylor, 2000). در دهه هشتاد میلادی در چین سورگوم بطور فزاینده‌ای در نوشیدنی‌های الکلی، غذای دام و سایر استفاده‌های غذایی مورد استفاده قرار گرفته است (Genge, 1989).

سورگوم و ذرت اجزای اصلی غذای خوک، پرندگان و گاو در نیمکره غربی می‌باشند (خدابنده، ۱۳۶۶). واریته های سورگوم شیرین که مقادیر بیش از حدی از قند در عصاره دارا می‌باشند برای تولید شربت سورگوم یا ملاس در جنوب ایالات متحده مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱-۲-۵- مشخصات گیاه‌شناسی سورگوم

سورگوم گیاه علفی یک ساله، تک لپه از تیره گندمیان[1] و متعلق به طایفه آندروپوگونه[2] و از جنس سورگوم(*Sorghum*) است (طباطبایی، ۱۳۶۵). گونه‌های یک ساله آن دارای ۲۰ =۲n کروموزوم می‌باشند.طول ساقه‌های سورگوم بین۰/۵ تا ۵ متر متغیر می‌باشد. از اولین گره ساقه انشعابات زیادی تولید می‌شود که بستگی به رقم یا واریته و شرایط محیطی دارد. از این خاصیت برای تکثیر غیر جنسی سورگوم استفاده می‌شود. ساقه اصلی سورگوم قبل از ساقه‌های فرعی گل می‌دهد. ساقه‌های سورگوم دارای میان گره‌های کوتاه در قاعده و بلند در رأس ساقه می‌باشند. گره‌های رأس ساقه نسبت به گره‌های تحتانی ساقه ضخیم‌تر می‌باشند. ساقه سخت و مغزدار سورگوم محتوی مقداری قند می‌باشد (Anon, 1990). ساقه‌ها توسط ریشه‌های سطحی که از اولین گره ساقه تولید می‌شوند محکم در خاک نگه داشته می‌شوند. در واقع دارای یک سیستم ریشه‌ای تکامل یافته است که شامل انشعابات تارکشنده است که می‌توانند مقدار فراوانی آب و مواد غذایی را جذب کنند. در کنار سیستم ریشه‌ای زیرزمینی، سورگوم ریشه‌های هوایی محکمی‌را تشکیل می‌دهد که به خاک نفوذ کرده و استقرار می‌یابند (Dicko *et al.*, 2006). تعداد برگهای سورگوم از۷ تا۲۴ عدد متغیر است که این تعداد به نوع رقم زراعی بستگی دارد. آرایش برگ ها به صورت متناوب در دو ردیف قرار دارند. برگ‌ها و ساقه‌ها از لایه‌ای از موم پوشیده شده‌اند.حاشیه برگ‌هامسطح یا موج‌دار می‌باشد. در قاعده برگ غلاف برگی بلندی وجود دارد که ساقه و میان‌گره را در بر می‌گیرد.لازم به ذکر است که برگ سورگوم کوچکتر از برگ ذرت می‌باشد. گل آذین سورگوم یک بخش بسیار اختصاصی گیاه است که در شکل‌ها و اندازه‌های مختلف وجود دارد.گل آذین سورگوم خوشه‌ای متراکم مانند سورگوم دانه‌ای و یا غیر متراکم مانند سودان‌گراس، قیاق و سورگوم شیرین است. محور خوشه‌ای اصلی شیاردار است. در محل گره‌های محور خوشه اصلی کرک وجود دارد. از محل گره‌های اصلی انشعابات متعددی خارج می‌گردد که یا به صورت حلقه‌ای و یا پراکنده دیده می‌شوند.خوشه‌های فرعی به نوبه ی خود به انشعابات زیادی تقسیم می‌گردند که نهایتا در محل آخرین تقسیم خوشه‌چه قراردارد. پوشینه‌ها[3] دارای یک گل هستند. پوشینک‌های تحتانی و فوقانی گل‌ها را کاملا در بر می‌گیرد.

پوشینک تحتانی نسبت به پوشینک فوقا نی محکم‌تر و اغلب راست و دارای چندین رگبرگ برجسته است در حالیکه پوشینک فوقانی تا حدودی بوسیله پوشینک تحتانی پوشیده شده است.

---

[1]- Gramineae
[2]- Andropogoniae
[3]- Spikelet

گرده‌افشانی در سورگوم معمولاً مستقیم بوده ولی گاهی عمل گرده‌افشانی غیر مستقیم در آن انجام می‌گیرد. گرده‌افشانی در صبح در یک دوره ۳ تا۵ روزه اتفاق می‌افتد. درصد گرده‌افشانی غیر مستقیم در سورگوم حدود ۱۰درصد گزارش شده ولی درصد آن در سودان‌گراس بیشتر از سورگوم دانه‌ای می‌باشد. به‌عبارت دیگر دگرگشنی سودان گراس نسبت به سایر ارقام و گونه‌های سورگوم بیشتر است. در گرده‌افشانی مصنوعی برای اخته کردن گل‌های سورگوم باید از وسایل مخصوص دورگ‌گیری مانند پنس، قیچی، سنجاق و غیره استفاده نمود. معمولاً گرده‌دهی سورگوم زیاد است، پس می‌توان گرده‌ها را جمع نموده و به گل‌های اخته‌شده انتقال داد و یا گرده گل را روی گل‌های اخته‌شده برس نمود. می‌توان به کمک حرارت قدرت باروری گرده‌ها را در گل‌آذین سورگوم از بین برد.

سورگوم‌ها سریع‌الرشد هستند. سورگوم بعد از ۴۰ تا ۱۰۰ روز به گل نشسته و یا ۲۰ یا ۳۰ روز بعد از ساقه‌رفتن، شروع به گل‌کردن می‌کند. گل‌کردن سورگوم از انتهای خوشه شروع و به طرف قاعده ادامه دارد. حرارت یکی از عوامل مهم در گل‌دادن سورگوم می‌باشد و چنانچه حرارت پایین باشد موجب تأخیر در گل‌دادن می‌گردد. سورگوم گیاهی خودبارور[1]است و حدود۹۶درصد خودگشن[2] می‌باشد.مدت کوتاهی بعد از گل‌دهی، دانه‌هاایجاد می‌گردند و پس از ۳۰ تا ۴۰ روز به بلوغ می‌رسند. رسیدن بذر از انتهای خوشه به سمت قسمت تحتانی آن است (Anon, 1990 & Delprit *et al.*, 2000). بذر سورگوم گندمه[3]،گرد و نوک‌دار است که از نظر اندازه، رنگ و شکل با هم اختلاف دارند. قطر بذر بین ۴ تا ۸ میلی‌متر و تا حدودی پهن و یک سطح آن کم‌وبیش مقعر است. دانه سورگوم دارای رنگ سفید، قرمز، زرد و قهوه‌ای می‌باشد و دانه‌های قهوه‌ای رنگ حاوی میزان قابل توجهی تانین[4]است (Smith and Ferderiksen, 2000).

دانه دارای سه جزء مهم است :

۱- آندوسپرم ۲- جنین ۳- پریکارپ

دانه که همان تخمک رسیده است حاوی جنین و آندوسپرم است و با پوشش دانه احاطه شده است. در هنگام رسیدگی تخمک، جنین شامل یک محور بالای لپه‌ای که بعداً به شاخه رویشی تبدیل می‌شود، یک ریشه‌چه که ریشه اصلی را بوجود می‌آورد، یک محور زیرلپه‌ای که محور بالالپه‌ای را به ریشه‌چه متصل می‌کند و لپه‌ها یا

---

[1]- Self-fertile
[2]- Self- pollination
[3]- Coryopsis
[4]- Tannin

برگ‌های دانه‌ای است. پوشش دانه[1] از پوسته‌های تخمک بوجود می‌آید و اغلب خصوصیات سطحی متنوعی دارد.تستا حاوی ترکیبات فنلی است که باعث جدایی آندوسپرم از پریکارپ می‌گردد (Kipps, 1980).

[1] - Testa

۱-۳- سنتز نشاسته

نشاسته یک ماده مهم برای گیاهان و انسان است. گیاهان، قندهای اضافه‌ای را که در زمان فتوسنتز تولید می‌کنند، برای استفاده‌های بعدی بصورت نشاسته ذخیره می‌کنند. برای انسان‌ها هم، نشاسته یک جزء حیاتی رژیم غذایی و یک فراورده مهم اقتصادی است. نشاسته و مشتقات آن بطور گسترده‌ای در ساخت کاغذ، منسوجات و ... بکار برده می‌شود و بدلیل قابلیت زیست و تجدید شدن نشاسته، قابل تطابق با محیط در نظر گرفته می‌شود تا از آن در ساخت سایر محصولات استفاده شود مثل پلاستیک، شوینده‌ها، قرص های دارویی، حشره‌کش‌ها، وسایل آرایشی و حتی سیالات حفر کننده نفت (Gray, 2003).

بسیاری از مقالات در مورد بیوسنتز پیوند گلوکوزیدی α-1,4 نشاسته از UDP- گلوکز و ADP- گلوکز، در عصاره های گیاهی، بوده است. اولین مشاهدات بوسیله گروه Leloir بوده است (Sanwal *et al.*, 1967). در تمام عصاره‌ها سرعت انتقال گلوکز از ADP-گلوکز به پرایمر پلی‌ساکارید چندین برابر سریعتر از سرعت انتقال از UDP- گلوکز بوده است (Sanwal *et al.*, 1967). اغلب نشاسته‌های گیاهی حاوی مخلوطی از پلیمرهای خطی (آمیلوز) و بسیار منشعب (آمیلوپکتین) در نسبتی حدود ۳ : ۱ هستند. وزن مولکولی و مقدار انشعابات آمیلوپکتین بطور گسترده‌ای متغیر است که به تفاوت‌های خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نشاسته‌های منابع مختلف گیاهی بستگی دارد (Guan and Keeling, 1998).

۱-۳-۱- شروع سنتز نشاسته

هر چند شروع سنتز گلیکوژن بخوبی روشن شده است، اما اطلاعات ما سنتز نشاسته را بخوبی نشان نمی‌دهد. در پستانداران گلیکوژنین[1]، یک پروتئین گلیکوزیلاسیون اتوکاتالیک، بعنوان یک پرایمر سنتز گلیکوژن عمل می‌کند. دو مرحله برای مکانیسم شروع وجود دارد: اول، گلیکوژنین بوسیله یک گلوکز که به صورت کووالانسی به دنباله تیروزین (Tyr 194) متصل می‌شود و خودش را گلیکوزیله می‌کند. دوم، زنجیره گلوکان طویل می‌شود که تا ۷ دنباله گلوکزی از UDPGlc اضافه می‌شود تا یک زنجیره مالتو- اکتوز را که به Tyr (194 لینک شده است را تشکیل دهد. پروسه اولی بصورت اتوکالیز است و بوسیله گلیکوژنین انجام می‌شود. پرایمر گلوکان بوسیله Glycogen Synthase طولانی می‌شود به این صورت که آنزیم یک کمپلکس با گلیکوژنین تشکیل می‌دهد. چون نشان داده شده است که گلیکوژنین آغازکننده گلیکوزیل‌ترانسفراز برای شروع

[1]- glycogenin