

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

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



دانشگاه رازی

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت و اصلاح نباتات

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته ی زراعت

**عنوان:**

**اثر تاریخ کاشت و تنش خشکی بر میزان عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین**

**SC403**

استاد راهنما:

دکتر محمد اقبال قبادی

استاد مشاور:

دکتر سعید جلالی هنرمند

نگارش:

آرش فارسیانی

بهمن ۱۳۸۸

## اثر تاریخ کاشت و تنش خشکی بر میزان عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین SC403

### چکیده

ذرت شیرین (*Zea mays var saccharata*) با جهش ژنتیکی در لوکوس su از کروموزوم شماره ۴ ذرت حاصل شده است. این تغییر ژنتیکی باعث تجمع قندها و پلی ساکاریدهای محلول در آندوسپرم دانه می گردد. بطوریکه آندوسپرم این نوع ذرت غنی از هیدراتهای کربن قابل حل (آمیلودکسترین) و فقیر از نشاسته است. با توجه به پژوهش های اندک در مورد این گیاه زراعی در کشور و بویژه در استان کرمانشاه، اجرای آزمایشی در این ارتباط ضروری می نمود. به منظور بررسی اثر تاریخ کاشت و تنش خشکی بر میزان عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین SC403، این پژوهش در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی و آزمایشگاه های گروه زراعت و اصلاح نباتات، تغذیه دام دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه و همچنین صنایع غذایی اداره استاندارد و تحقیقات صنعتی قزوین به اجرا درآمد. این طرح به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. این آزمایش دارای دو فاکتور بود. فاکتور اول تاریخ کاشت در چهار سطح (۱۵ اردیبهشت، ۴ خرداد، ۲۴ خرداد و ۱۳ تیرماه) و فاکتور تنش در سه سطح (بدون تنش، تنش ملایم و تنش شدید) بود. روش اندازه گیری تنش با استفاده از طشتک تبخیر کلاس A بود که برای بدون تنش، تنش ملایم و تنش شدید به ترتیب ۷۰، ۱۲۰ و ۱۷۰ میلی متر تبخیر در نظر گرفته شد. صفات عملکرد و اجزای عملکرد، محتوای قند دانه، کیفیت علوفه، میران پرولین، محتوای کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل، محتوای کلروفیل در واحد سطح برگ (اسپاد)، محتوای نسبی آب برگ و همچنین شاخص های رشدی تحت تیمارهای مورد بررسی ارزیابی شدند. با توجه به نتایج بدست آمده، در صورتی که کمیت ذرت شیرین (عملکرد) مد نظر باشد بهترین شرایط در تاریخ کاشت ۱۳ تیر ماه و سطح بدون تنش (۸۵۴۷/۲ کیلوگرم در هکتار) توصیه می گردد. اما با توجه به این که سطح تنش متوسط در همین تاریخ کاشت تفاوت معنی دار آماری از لحاظ میزان عملکرد با سطح شاهد نداشت و از طرفی صرفه جویی در مصرف آب از ارکان مهم زراعت در مناطق خشک و نیمه خشک مانند کرمانشاه می باشد، لذا با توجه به این موارد تاریخ کاشت ۱۳ تیرماه با سطح تنش متوسط (۷۷۰۶/۴ کیلوگرم در هکتار) نیز می تواند عملکرد مطلوبی داشته باشد. اما اگر کیفیت ذرت شیرین (محتوای قند دانه) مد نظر باشد تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت ماه همراه با کم آبیاری در حد تنش شدید (۱/۴۸ درصد ساکارز) مورد توصیه در این آزمایش می باشد.

کلمات کلیدی: تاریخ کاشت، تنش خشکی، ذرت شیرین، عملکرد و اجزای عملکرد

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	<b>فصل اول: مقدمه و هدف</b>
۲	۱-۱- مقدمه و هدف.....
	<b>فصل دوم: کلیات و بررسی منابع</b>
۶	۱-۲- کلیات.....
۶	۱-۱-۲- تاریخچه و خاستگاه ذرت.....
۷	۲-۱-۲- منشاء ذرت.....
۷	۳-۱-۲- طبقه بندی کلی ذرت.....
۸	۲-۲- معرفی ذرت شیرین و موارد مصرف آن.....
۱۰	۱-۲-۲- تاریخچه و خاستگاه ذرت شیرین.....
۱۱	۲-۲-۲- سطح زیر کشت و میزان عملکرد ذرت شیرین.....
۱۲	۳-۲-۲- طبقه بندی ذرت شیرین.....
۱۲	۴-۲-۲- گیاهشناسی ذرت شیرین.....
۱۳	۵-۲-۲- اکولوژی ذرت شیرین.....
۱۳	۱-۵-۲-۲- حرارت.....
۱۴	۲-۵-۲-۲- نور.....
۱۵	۳-۵-۲-۲- رطوبت.....
۱۶	۴-۵-۲-۲- خاک.....
۱۷	۶-۲-۲- برداشت ذرت شیرین.....
۱۹	۳-۲- تاریخ کاشت و تأثیر آن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین.....
۲۲	۴-۲- تنش خشکی.....
۲۳	۱-۴-۲- ساز و کارهای مقاومت گیاهان به خشکی.....
۲۴	۲-۴-۲- اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد.....
۲۵	۳-۴-۲- اثر تنش خشکی بر شاخص های رشدی و فیزیولوژیکی.....
۲۶	۴-۴-۲- اثر تنش خشکی بر میزان تغییرات کلروفیل در گیاه.....
۲۷	۵-۴-۲- اثر تنش خشکی بر میزان تجمع پرولین.....
۲۸	۶-۴-۲- اثر تنش خشکی بر محتوای آب نسبی برگ.....
	<b>فصل سوم: مواد و روشها</b>
۳۰	۱-۳- مشخصات محل انجام آزمایش.....
۳۰	۲-۳- مشخصات هواشناسی محل اجرای آزمایش.....
۳۱	۳-۳- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش.....
۳۱	۴-۳- مشخصات آزمایش و تیمارها.....
۳۱	۵-۳- مشخصات ذرت شیرین SC403 (دانه طلایی).....
۳۲	۶-۳- تهیه زمین و روش کاشت.....

- ۳-۷- آماده کردن بذر..... ۳۲
- ۳-۸- مبارزه با علفهای هرز، آفات و بیماریهای گیاهی..... ۳۲
- ۳-۹- زمان برداشت ..... ۳۲
- ۳-۱۰- تعیین زمان آبیاری..... ۳۳
- ۳-۱۱- روش اندازه گیری میزان آب مورد نیاز برای هر کرت ..... ۳۳
- ۳-۱۲- صفات مورد بررسی در طول دوره رشد..... ۳۴
- ۳-۱۲-۱- اثر تیمارهای مختلف بر مراحل مهم رشد و نمو بر اساس روز..... ۳۴
- ۳-۱۲-۲- تعیین مراحل رشد و نمو در اثر تیمارهای مختلف بر اساس درجه روز رشد ..... ۳۵
- ۳-۱۲-۳- اندازه گیری شاخص سطح برگ..... ۳۵
- ۳-۱۲-۴- تعیین ماده خشک کل..... ۳۶
- ۳-۱۲-۵- اندازه گیری میزان کلروفیل برگ (اسپاد)..... ۳۶
- ۳-۱۲-۶- اندازه گیری محتوای نسبی آب برگ..... ۳۶
- ۳-۱۲-۷- اندازه گیری میزان پرولین آزاد..... ۳۷
- ۳-۱۲-۸- تعیین غلظت کلروفیل a ، کلروفیل b و کلروفیل کل ..... ۳۸
- ۳-۱۲-۹- اندازه گیری کیفیت علوفه ذرت شیرین..... ۳۸
- ۳-۱۲-۱۰- اندازه گیری قند در ذرت شیرین بر اساس روش لین و اینون..... ۳۹
- ۳-۱۳- تجزیه های آماری..... ۴۱

#### فصل چهارم: نتایج و بحث

- ۴-۱- اثر تاریخ کاشت و تنش خشکی بر میزان عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین SC403..... ۴۳
- ۴-۱-۱- اثر تاریخ کاشت و تنش خشکی بر میزان عملکرد ذرت شیرین SC403..... ۴۳
- ۴-۱-۱-۱- عملکرد بلال سبز..... ۴۳
- ۴-۱-۱-۲- عملکرد دانه قابل کنسرو..... ۴۴
- ۴-۱-۱-۳- عملکرد بیولوژیک..... ۴۵
- ۴-۱-۱-۴- شاخص برداشت..... ۴۶
- ۴-۱-۲- اثر تاریخ کاشت و تنش خشکی بر اجزای عملکرد ذرت شیرین SC403..... ۴۸
- ۴-۱-۲-۱- وزن تک دانه..... ۴۸
- ۴-۱-۲-۲- تعداد ردیف بلال..... ۴۹
- ۴-۱-۲-۳- تعداد دانه در ردیف..... ۴۹
- ۴-۱-۲-۴- طول بلال..... ۵۰
- ۴-۱-۲-۵- قطر بلال..... ۵۱
- ۴-۱-۳- اثر تاریخ کاشت و تنش خشکی بر برخی صفات مورفولوژیک ذرت شیرین SC403..... ۵۳
- ۴-۱-۳-۱- وزن بلال بدون پوست..... ۵۳
- ۴-۱-۳-۲- وزن پوست بلال..... ۵۴
- ۴-۱-۳-۳- وزن چوب بلال..... ۵۴
- ۴-۱-۳-۴- تعداد بلال در بوته..... ۵۴
- ۴-۱-۴- اثر تاریخ کاشت و تنش خشکی بر میزان ماده خشک ذرت شیرین در مرحله برداشت ..... ۵۶

۵۶.....	۱-۴-۱-۴- وزن خشک دانه، وزن خشک چوب بلال و وزن خشک بلال.....
۵۷.....	۲-۴-۱-۴- وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه.....
۶۰.....	۲-۴- اثر تاریخ کاشت و تنش خشکی بر محتوای قند دانه ذرت شیرین SC403.....
۶۰.....	۱-۲-۴- میزان قند قبل از هیدرولیز.....
۶۱.....	۲-۲-۴- میزان قند بعد از هیدرولیز.....
۶۱.....	۳-۲-۴- ساکارز.....
۶۵.....	۳-۴- اثر تاریخ کاشت و تنش خشکی بر کیفیت علوفه ذرت شیرین SC403.....
۶۵.....	۱-۳-۴- ماده خشک.....
۶۵.....	۲-۳-۴- خاکستر (Ash).....
۶۶.....	۳-۳-۴- درصد پروتئین خام.....
۶۷.....	۴-۳-۴- درصد فیبر خام.....
۶۹.....	۴-۴- اثر تاریخ کاشت و تنش خشکی بر میزان تجمع پرولین در ذرت شیرین SC403.....
	۵-۴- اثر تاریخ کاشت و تنش خشکی بر میزان تغییرات کلروفیل در ذرت شیرین SC403 در مرحله
۷۲.....	قبل و بعد از گرده افشانی.....
۷۲.....	۱-۵-۴- مرحله قبل از گرده افشانی.....
۷۵.....	۲-۵-۴- مرحله بعد از گرده افشانی.....
۷۸.....	۶-۴- اثر تاریخ کاشت و تنش خشکی بر میزان تغییرات کلروفیل (SPAD) در ذرت شیرین.....
۸۱.....	۷-۴- اثر تاریخ کاشت و تنش خشکی بر محتوای آب نسبی برگ (RWC) در ذرت شیرین.....
۸۴.....	۸-۴- اثر تاریخ کاشت و تنش خشکی بر شاخص های فیزیولوژیک ذرت شیرین SC403.....
۸۴.....	۱-۸-۴- شاخص سطح برگ.....
۸۷.....	۲-۸-۴- سرعت رشد محصول.....
۹۰.....	۳-۸-۴- سرعت رشد نسبی.....
۹۳.....	۴-۸-۴- سرعت جذب خالص.....
۹۶.....	۵-۸-۴- دوام سطح برگ.....
۹۸.....	۶-۸-۴- کل وزن خشک.....
۱۰۲.....	۹-۴- نتیجه گیری.....
۱۰۳.....	۱۰-۴- پیشنهادات.....
۱۰۵.....	پیوست ۱- میانگین درجه حرارت روزانه.....
۱۰۸.....	منابع و مأخذ.....

## ۱- مقدمه و هدف

افزایش روز افزون جمعیت در دنیا و آهنگ فعلی رشد کشاورزی و غیر کافی بودن تولید محصولات غذایی و به عبارت دیگر، نارسائی تولیدات کشاورزی و مواد غذایی به نسبت احتیاجات مردم، مهمترین مسئله موجود در جهان امروز است. توجه بیش از پیش به تولید هر چه بیشتر محصولات و فرآورده های غذایی به منظور رفع گرسنگی و تأمین نیازمندیهای جامعه بزرگ مصرف کننده و رو به تزاید آدمی، جهاد عظیمی را در سراسر جهان برای دایر کردن زمین های بایر و افزایش سطح زیر کشت و بالا بردن میزان بهره وری واحدهای کشاورزی برانگیخته است (رستگار، ۱۳۸۴). از این رو برای مبارزه با گرسنگی و سوء تغذیه، لازم است که میزان تولید مواد غذایی افزایش یابد. در راه رسیدن به این هدف باید تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح افزایش یابد و از زمان بهتر استفاده شود (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۸۰).

از این رو در راستای افزایش راندمان استفاده از فرصت های زمانی و نهاده ها از جمله زمین، آیش گذاشتن زمین های کشاورزی چندان به صلاح نیست و بیشتر سعی بر این است تا به جای آیش، به کاشت گیاهانی پرسود با دوره رشد کوتاه پرداخته شود (محمدی، ۱۳۸۴). در اکثر مناطق ایران بعد از برداشت گندم در اواخر بهار، تا کاشت بعدی در پاییز یک خلاء زمانی ۸۰ تا ۹۰ روزه وجود دارد (پزشکپور، ۱۳۸۲). انتخاب یک گیاه مناسب و کشت آن در این فاصله زمانی کوتاه می تواند موجب استفاده بهینه از دو نهاده زمین و زمان باشد. یکی از گیاهانی که کشت آن در این دوره پیشنهاد می گردد، ذرت شیرین است. ذرت شیرین گیاهی است پرسود با دوره رشد نسبتاً کوتاه که میزان عملکرد دانه آن در واحد سطح نسبت به گیاهان مشابه به مراتب بیشتر است (محمدی، ۱۳۸۴). در ایران، ذرت شیرین به عنوان یک گیاه زراعی، معمول نبوده و بیشتر آن را به عنوان یک محصول تجملی می شناسند. به همین دلیل پژوهش های انجام شده بر روی این گیاه بسیار کم و پراکنده می باشد (بذرافشان و همکاران، ۱۳۸۴).

اقبال گسترده و روزافزون مردم به این محصول از واردات این نوع ذرت گرفته تا رشد تصاعدی دکه های فروش و مصرف کنندگان، بستر خوبی را در بازار مصرف تنقلات و فست فودها بر جای گذاشته که ارزش مناسب تغذیه ای آن، نقطه تمایزش با سایر فرآورده های فست فود بازار است. اما متأسفانه علی رغم فراهم شدن این بستر مناسب در الگوی تغذیه ای خانواده ها، بخصوص در مراکز خرید، خیابان های پر تردد و سود بسیار مناسبی که از این رهگذر عاید می شود، همچنان ذرت شیرین در کشور چندان شناخته شده نیست کشت آن در سطح بسیار محدودی انجام می شود تا آنجا که کشاورزان کشور از این محصول با ارزش و سود آور عایدی نداشته باشند (بی نام، ۱۳۸۸).

به جرأت می توان گفت بخش قابل ملاحظه ای از دلایل مربوط به عدم کاشت این گیاه در ایران نبود اطلاعات کافی در مورد این گیاه برای زارعین می باشد. استقبال سنتی مردم ایران از بلال ذرت معمولی به ویژه در فصل تابستان (به صورت کبابی) نشان می دهد که دانه های ذرت با ذائقه ایرانی سازگاری داشته و چنانچه کاشت ذرت شیرین توسعه یابد، می تواند از استقبال در خور توجهی برخوردار گردد. از سوی دیگر باید توجه داشت که اصولاً مصرف تازه ذرت شیرین تنها ۲۰ تا ۲۵ درصد مصرف کل آن را تشکیل می دهد و بخش عمده آن پس از تبدیل در صنایع غذایی به صورت منجمد یا به صورت کنسرو مورد مصرف قرار می گیرد. در حقیقت امکان استفاده از بلال ذرت شیرین در صنایع تبدیلی را باید از امتیازات بالقوه این گیاه به شمار آورد. این امر سبب می شود که نه تنها بتوان از محصول ذرت شیرین در تمام فصول سال استفاده نمود، بلکه صادرات آن را نیز تسهیل نمود و این گیاه را به عنوان یک منبع درآمد ارزی در خور توجه مطرح کرد. (محمدی، ۱۳۸۴).

با توجه به شرایط اقلیمی خشک و نیمه خشک ایران، آفات و بیماری های ذرت شیرین در مقایسه با کشورهای اروپایی کم می باشد و لزوم مصرف سموم شیمیایی برای مبارزه با آنها به حداقل کاهش می یابد و این مسأله به عنوان یک امتیاز مهم برای کنسرو ذرت شیرین ایران نسبت به سایر کشورهاست. کشت ذرت شیرین به دلیل کوتاه بودن دوره رشد آن (۷۵ تا ۸۵ روز) از سبز شدن تا برداشت در تمام مناطق کشور امکان پذیر است و حتی در بسیاری از مناطق می تواند به عنوان کشت تابستانه بعد از برداشت گندم و جو کاشته شود (پزشکپور، ۱۳۸۲).

در این رابطه از مهمترین مواردی که تحت تأثیر عوامل محیطی و حتی ژنتیک گیاه می باشد می توان به اثرات تاریخ کاشت اشاره کرد. شناخت بهترین تاریخ کاشت یعنی هنگامی که مجموعه عوامل محیطی برای رشد گیاه مهیا باشند، یکی از نخستین گام های تحقیقاتی در مورد هیبریدهای موفق یک محصول جدید در هر منطقه می باشد. تعیین زمان مناسب کاشت، اهمیت ویژه ای در موفقیت کاشت ذرت شیرین دارد. زیرا زمان کاشت ذرت شیرین بر سرعت رویش، تراکم نهایی، شادابی مزرعه، تاریخ ظهور اندام های زایشی، گرده افشانی و زمان رسیدن تأثیر خواهد گذاشت. کاشت ذرت شیرین در مناطق مختلف، تابع شرایط آب و هوایی منطقه به ویژه دمای محیط و رطوبت خاک می باشد (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۸۰).

از طرف دیگر کشور ما دارای شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک است و بخش وسیعی از این سرزمین دارای محدودیت های زراعی از جمله آب می باشد. همچنین با توجه به آمار سال های گذشته، یکی از مهمترین عوامل کاهش دهنده عملکرد در واحد سطح، تنش های محیطی به ویژه تنش خشکی می باشد (سالنامه آمار ایران، ۱۳۷۵). مسأله خشکی و کم آبی در ایران همواره یکی از مهمترین مسائل و مشکلات کشاورزی بوده و هر گونه تحقیق در امر اثرات آن بر روی گیاهان زراعی حائز اهمیت خواهد بود. گیاه بر اساس این که در چه مرحله ای از نمو خود در معرض تنش خشکی و کم آبی قرار گرفته باشد به طور کاملاً متفاوتی به کمبود رطوبت واکنش نشان می دهد. امروزه تنش های محیطی به عنوان یکی از

عوامل کاهش دهنده عملکرد گیاهان زراعی به شمار رفته و مقابله و تخفیف اثرات تنش ها به عنوان راهکاری مفید در جهت افزایش عملکرد این محصولات مدنظر قرار گرفته است (قیطولی، ۱۳۸۵).

بنابراین با توجه به مسائل مطرح شده، این تحقیق به منظور رسیدن به اهداف ذیل اجرا شد:

- ۱- تعیین بهترین تاریخ کاشت جهت حصول حداکثر عملکرد دانه
  - ۲- مطالعه اثر سطوح مختلف تنش رطوبتی بر روی عملکرد دانه و اجزاء آن
  - ۳- بررسی اثر متقابل تاریخ های مختلف کاشت و سطوح مختلف تنش رطوبتی بر روی عملکرد و اجزاء آن و تعیین سطحی از تنش رطوبتی که حداقل اثر معنی دار را بر روی عملکرد و اجزاء آن داشته باشد، تا اینکه با مصرف کمتر آب که یک نهاده محدود کننده تولید عملکرد اقتصادی در مناطق خشک و نیمه خشک مانند کرمانشاه است، حداکثر عملکرد قابل حصول را بدست آورد.
- لذا نتایج این آزمایش برای محققین، مروجین و همچنین کشاورزانی که با کمبود آب مواجه هستند و از این بابت عملکرد مطلوب عایدشان نخواهد شد کاربرد دارد.

## ۲-۱- کلیات

### ۲-۱-۱- تاریخچه و خاستگاه ذرت

ذرت یکی از گیاهان بومی آمریکای مرکزی و جنوبی است و سابقه کاشت آن در کشورهای مختلف جهان که شرایط برای رشد و نمو آن مساعد بوده، بویژه برخی از کشورهای اروپا، آسیا، آفریقا و اقیانوسیه چندان طولانی نیست (خدابنده، ۱۳۷۱). ذرت اصلی ترین زراعت جهت تأمین مواد غذایی در آمریکای شمالی، مرکزی و جنوبی قبل از کشف قاره جدید بوده است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۳). ذرت تنها گیاه زراعی از خانواده گندمیان است که در کشور مکزیک یا گواتمالا تکامل یافته است (کاظمی اربط، ۱۳۷۸). پژوهش های باستان شناسی در کشور مکزیک مشخص نموده است که ذرت حدوداً ۴۵۰۰ سال قبل از میلاد در آنجا کشت گردیده است. والدن<sup>۱</sup> سه مبدأ اولیه برای ذرت ذکر می نماید که این سه مبدأ منطبق با سه تمدن بزرگ در آمریکای جنوبی و مرکزی (اینکا<sup>۲</sup> در پرو، آزتک<sup>۳</sup> در مکزیک و مایا<sup>۴</sup> در گواتمالا) بوده است. اوایلوف<sup>۵</sup> مبدأ اولیه ذرت را جنوب مکزیک، آمریکای مرکزی، آمریکای جنوبی، مرکز آمریکای جنوبی (پرو، اکوادور، بولیوی) ذکر کرده است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۳).

کریستف کلمب یکسال پس از ورود به امریکا در سال ۱۴۹۳ بذر ذرت را با خود به اسپانیا آورد (کاظمی اربط، ۱۳۷۸) و این گیاه را با اقتباس از نام یکی از قبایلی که ذرت، زراعت رایج آنها بود میز<sup>۶</sup> نامید (کریمی، ۱۳۷۵ و خدابنده، ۱۳۷۱).

پس از ورود ذرت به اروپا بویژه در جنوب و غرب اروپا (قرن ۱۶ تا ۱۹) تا مدتها تصور بر این بود که منشأ این گیاه کشورهای آسیایی است و به همین دلیل آن را گندم ترکی<sup>۷</sup> می نامیدند و عقیده داشتند که ذرت از آسیای صغیر یا مصر وارد اروپا شده است. در سال ۱۷۳۷ لینه<sup>۸</sup> ذرت را *Zea mays* نامید. کلمه زئا<sup>۹</sup>

- 
1. T.walden
  2. Inca
  3. Aztec
  4. Maya
  5. Vavilov
  6. Mais
  7. Turkish Corn
  8. Line
  9. Zea

لغتی یونانی است که ریشه آن زوئین<sup>۱</sup> به معنی زندگی است. زئا به دانه های پوشیده بویژه *Triticum spelta* (گیاه ضروری برای زندگی انسان) اطلاق می گردیده است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۳).

ذرت پرمحصول ترین غلات به شمار می رود و از لحاظ مقدار کل تولید بعد از گندم و برنج، سومین محصول غله ای جهان است. مقدار تولید آن تقریباً برابر حجم تولید هر یک از دو غله گندم و برنج است (کاظمی اربط، ۱۳۷۸). ذرت بعلت داشتن مواد قندی و نشاسته زیاد و عملکرد محصول علفه ای بیش از ۸۰ تن در هکتار یکی از بهترین نباتات جهت تهیه علفه سبز، سیلو و دانه محسوب می شود. عمده ترین موارد مصرف ذرت غذای اصلی انسان، علفه جهت تغذیه دام و مصارف صنعتی می باشد (کریمی، ۱۳۷۵).

## ۲-۱-۲- منشاء ذرت

ذرت امروزی گیاهی بسیار هتروزیگوس است و با اجداد وحشی خود از لحاظ بیولوژیکی بسیار متفاوت می باشد. بطوریکه نمی توان آن را بصورت وحشی در طبیعت پیدا کرد. تئوسنت<sup>۲</sup> و تریپساکوم<sup>۳</sup> از خویشاوندان نزدیک ذرت به شمار می روند. این ۳ گیاه از اعضای قبیله می دیه<sup>۴</sup> هستند. تئوسنت نوعی علف هرز یکساله ای است با ۲۰ کروموزوم که از لحاظ خویشاوندی در مقایسه با تریپساکوم به ذرت نزدیکتر و از لحاظ ریخت شناسی یا مورفولوژی مشابه ذرت است. بعلاوه، تئوسنت و ذرت می توانند با هم تلاقی و در نسل اول نتاج باروری را تولید کنند. با این همه بعضی از صاحب نظران عقیده دارند که ذرت احتمالاً در نتیجه دورگ گیری بین یک گیاه ناشناخته از خانواده گندمیان و تئوسنت بوجود آمده است (کاظمی اربط، ۱۳۷۸).

تصور می شود که محل اصلی و اولیه اصلاح ذرت، کشور پرو و سپس مکزیک باشد. از بررسی های متعدد و مختلفی که در اثر تجزیه دانه های گرده ذرت در مکزیک بعمل آمده است توانسته اند قدمت آن را تقریباً ۸۰۰۰۰ سال تخمین بزنند (کریمی، ۱۳۷۵).

## ۲-۱-۳- طبقه بندی کلی ذرت

ذرت متعلق به خانواده گرامینه زیر خانواده پانیکوئیده<sup>۵</sup> و طایفه می دیه است که دارای هشت جنس است که جنس *Zea* با تنها گونه خود به نام *Zea mays* L. از نظر اقتصادی مهمترین گونه این طایفه را به شرح زیر تشکیل می دهد:

1. Zoein
2. Teosinte (*Euchlaena mexicana* = *Zea mexicana*)
3. *Tripsacum* SPP.
4. *Maydeae*
5. *Panicoideae*

*Zea mays* (n=10) ذرت معمولی

*Zea mexicana* (n=10) شبه ذرت (مکزیک)

*Zea perennis* (n=20) ذرت دائمی

ذرت، نژادها یا زیرگونه های متعددی دارد. این نژادها بر مبنای اختلاف در ویژگی های بافت اندوسپرم دانه که با یک ژن کنترل می شود از هم متمایز می شوند (کاظمی اربط، ۱۳۷۸). ارقام متعدد ذرتی که تا به حال بوسیله متخصصین طبقه بندی ذرت بر حسب خواص دانه شناخته شده اند به قرار زیر هستند (کریمی، ۱۳۷۵، خدابنده، ۱۳۷۱ و نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۳):

<i>Zea mays indentata</i>	Dent corn	۱- ذرت دندان اسبی
<i>Zea mays indurata</i>	Flint corn	۲- ذرت بلوری (سخت)
<i>Zea mays amylaceae</i>	Flour corn	۳- ذرت آردی (نرم)
<i>Zea mays everta</i>	Pop corn	۴- پاپ کورن
<i>Zea mays saccharata</i>	Sweet corn	۵- ذرت شیرین
<i>Zea mays tunicata</i>	Pod corn	۶- ذرت غلاف دار
<i>Zea mays ceratina</i>	Waxy corn	۷- ذرت مومی
<i>Zea mays aorista</i>		۸- ذرت نیم سخت و نیم دندان اسبی
<i>Zea mays amyleesaccharata</i>		۹- ذرت (آردی - قند)

## ۲-۲- معرفی ذرت شیرین و موارد مصرف آن

ذرت شیرین یکی از مردم پسندترین سبزی ها در بسیاری از کشورهای جهان از جمله آمریکا، فرانسه، کانادا و استرالیا است و علاقه به آن در سایر نقاط دنیا از جمله آسیا در حال افزایش است (مختارپور و همکاران، ۱۳۸۶).

ذرت شیرین یکی از گیاهان زراعی امریکاست که ارزش آن بالغ بر ۸۰۰ میلیون دلار در سال است. تولیدات آن بعلت رشد صادرات در آمریکا و هم چنین در آسیا، اروپا و آمریکای شمالی روبه افزایش است (ویلیامز و ماسیوناس، ۲۰۰۶)<sup>۱</sup>. علیرغم محبوبیتی که این گیاه در کشورهای بزرگ دنیا دارد متأسفانه آشنایی با آن در ایران بسیار محدود است (مختارپور و همکاران، ۱۳۸۶).

این گیاه دارای اهمیت اقتصادی ویژه ای است. زیرا کلیه بخش های آن اعم از بلال، ساقه و برگ، چوب بلال و پوست بلال مورد استفاده قرار می گیرند و در زمان برداشت، ساقه ها و برگها هنوز سبز بوده و می توان آن ها را پس از برداشت بلال اصلی، به عنوان علوفه با کیفیت بالا مورد استفاده دام قرار داد. از طرف

1 . Williams and Masiunas, 2006

دیگر پوست بلال و چوب بلال آن نیز در کارخانجات صنایع تبدیلی بعد از جدا شدن دانه آن بصورت کنسرو، قابل استفاده برای خوراک دام است (مختارپور و همکاران، ۱۳۸۶).

ذرت شیرین (*Zea mays var saccharata*) با انجام جهش ژنتیکی در لوکوس Su از کروموزوم شماره ۴ ذرت معمولی حاصل شده است. این تغییر ژنتیکی باعث تجمع قندها و پلی ساکاریدهای محلول در آندوسپرم دانه می گردد (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۸۰). بطوریکه آندوسپرم این نوع ذرت غنی از هیدارت‌های کربن قابل حل (آمیلودکسترین) و فقیر از نشاسته است. این نوع ذرت دارای اندسپرم کاملاً براق است. در موقع رسیدن، دانه‌ها آب خود را از دست می دهند و کوچک و چروکیده می گردند. دانه‌ها به رنگ زرد و صورتی، قرمز ارغوانی، خاکستری و یا سیاه می باشند. این گیاه دارای قدرت زیادی در تولید پنجه است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۳). جدول ۱-۱ برخی از ترکیبات شیمیایی دانه ذرت شیرین را نشان می دهد (وزارت کشاورزی امریکا)<sup>۱</sup>. گرچه پروتئین و چربی آن زیاد است ولی برای تهیه نان مناسب نیست (تاج بخش و پورمیرزا، ۱۳۸۲).

جدول ۱-۱- ترکیبات شیمیایی دانه ذرت شیرین

ماده غذایی	مقدار در ۱۰۰ گرم	واحد
انرژی	۳۶۰	کیلوژول
آب	۷۶/۰۵	گرم
پروتئین	۳/۲۷	گرم
چربی	۱/۳۵	گرم
کربوهیدرات	۱۸/۷۰	گرم
قند کل	۶/۲۶	گرم
کلسیم	۲	میلی گرم
فسفر	۸۹	میلی گرم
پتاسیم	۲۷۰	میلی گرم

ذرت شیرین تیپ‌های مختلفی دارد که به صورت تازه و یا برای صنایع تبدیلی (کنسرو کردن و منجمد شدن) به مصرف می رسد. این ذرت در ایالات متحده آمریکا و قاره اروپا به صورت نارس و بعنوان سبزی و یا کنسرو استفاده می گردد. در کشورهای مختلف از آن بصورت خام، آب پز، بوداده، کبابی، خشک کرده، آرد شده و یا به صورت‌های دیگر استفاده می‌گردد (پزشکپور، ۱۳۸۲). بر خلاف ذرت دندان اسبی، ذرت شیرین به منظور استفاده تازه و سبز و نه برای دانه و آرد کشت می گردد. اگر چه محققین وزارت کشاورزی

1 . USDA, National Nutrient Database

آمریکا روشی را جهت تولید آرد بدون کالری و با فیبر بالا از پریکارپ ذرت شیرین معرفی کرده اند (دیکرسون، ۲۰۰۳).

مصرف تازه ذرت شیرین نسبت به سایر ارقام ذرت بخاطر دانه های نرم، پوسته نازک و محتوای شکر بالا مفیدتر و پرفایده تر است. کنسرو آن یا ترکیب آن با سایر غذاها در بین مصرف کنندگان بسیار پرطرفدار است. ذرت شیرین در پیش غذاها یا در سالادها مصرف می شود. هم چنین بصورت فریز شده می تواند مورد مصرف قرار گیرد و نگهداری آن بصورت تازه برای مدت طولانی امکانپذیر است. آرد تهیه شده از دانه های خشک ذرت شیرین برای غذای کودک، چیس پاستا و کیک کاربرد دارد (اوکتیم و همکاران، ۲۰۰۳)<sup>۱</sup>

همچنین ذرت شیرین در بالاترین حد بلوغ خود محتوی ۵ تا ۶ درصد قند، ۱۰ تا ۱۱ درصد نشاسته، ۳ درصد پلی ساکاریدهای محلول در آب و ۷۰ درصد آب است. ذرت شیرین همچنین دارای مقادیر متوسطی از پروتئین، ویتامین A و همچنین پتاسیم است (دیکرسون، ۱۹۹۶)<sup>۲</sup>.

همچنین در جای دیگر گزارش شده است که دانه های ذرت شیرین منبعی غنی از ویتامین های E و C و بعضی از مواد معدنی هستند. بنابراین محلولی از دانه های ذرت شیرین بعنوان غذای کودک استفاده می شود (کابیا، ۲۰۰۴)<sup>۳</sup>. در ذرت شیرین در مرحله شیری ماده ای بنام زئاتین<sup>۴</sup> وجود دارد که تقسیمات سلولی را افزایش می دهد. به همین خاطر در اروپا ذرت شیرین را به کودکانی که در حین در آوردن دندان هستند، می دهند که به لثه بزنند. به خاطر اینکه باعث افزایش تقسیمات سلولی دندان ها شده و در واقع سلول های دندان ها ریزتر شده و حالت شیشه ای به خود می گیرد و دندان ها سالم تر می مانند (پزشکپور، ۱۳۸۲).

## ۲-۲-۱- تاریخچه و خاستگاه ذرت شیرین

ذرت شیرین در مزرعه ذرت دندان اسبی طی یک موتاسیون ناخواسته در ژن شکری که برای تغییر قند به نشاسته تنظیم شده بود بوجود آمد. ذرت شیرین برای اولین بار در سال ۱۷۷۰ به مهاجرین اروپایی به آمریکا، توسط جمعیت بومی آمریکا معرفی گردید و آن زمان بعد از مدتی یکصد گونه تولید و سپس معرفی شد (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۸).

اولین اطلاعات درباره وجود انواع تیپ های ذرت شیرین در سال ۱۷۷۹ میلادی ثبت گردیده و به نژادی این واریته از سال ۱۹۹۰ میلادی آغاز گردید. اطلاعات کلی در مورد وجود ارقام ذرت شیرین در سال ۱۹۸۲ میلادی توسط تروئیرن<sup>۵</sup> به مردم جهان ارائه گردید و از آن هنگام تا به حال ارقام زیادی از این واریته تهیه و تولید شده که به مصرف مواد غذایی مردم می رسد. این ذرت در مرحله نارسایی دارای قند نسبتاً زیادی است

---

1 . Oktem et al., 2003  
2 . Dickerson, 1996  
3 . Kwabiah, 2004  
4 . Zeatin  
5 . Turoiren

که به همین دلیل قبل از مرحله رسیدن کامل جهت مصرف غذایی یا کنسرو برداشت می گردد (داهی، ۱۳۶۵).

اولین فهرست بندی در مورد ذرت شیرین در کاتالوگها و بروشورهای بذر در سال ۱۸۲۸ انجام گرفته است ولی در یک نسخه چاپی که در سال ۱۸۲۰ پیدا شده است این جمله به چشم می خورد: " نوعی از ذرت به نام ذرت شیرین لذیذترین و خوشمزه ترین سبزی شناخته شده در ایالات متحده می باشد". این مدارک دلالت می کند بر اینکه ذرت شیرین بعنوان یک گیاه زراعی خاص بایستی از سال ۱۸۲۰ ظهور کرده باشد و بعنوان یک گیاه زراعی توسط زارعین کشت می شده است (محمدی، ۱۳۸۴).

اولین وارسته نامگذاری شده ذرت شیرین " دانتینگز ارلی" <sup>۱</sup> در سال ۱۸۴۴ معرفی شد. عقیده برای این است که ذرت شیرین از یک جهش (موتاسیون) در نژاد پروئی شولپی یا شوسپیلو <sup>۲</sup> منشاء گرفته است (دیکرسون، ۲۰۰۳). مرکز پراکندگی این نژاد واقع در پرو جنوبی است که دارای ارتفاع ۲۴۰۰ تا ۳۴۰۰ متر می باشد. گسترش ذرت شیرین احتمالاً از پرو به مکزیک در جنوب غربی ایالات متحده آغاز شده و از آنجا به شمالی ترین نقاط گسترش یافته است (محمدی، ۱۳۸۴).

در سال ۱۹۵۰ ژن شرونکن ۲ یا sh<sub>2</sub> ایزوله شد. این ژن قادر است که حداقل آنزیم تبدیل کننده شکر به نشاسته را تولید کند و در نهایت تبدیل شکر به نشاسته را برای مدت زمانی بیش از یک هفته به تأخیر اندازد (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۸).

## ۲-۲-۲- سطح زیر کشت و میزان عملکرد ذرت شیرین

سطح زیر کشت ذرت شیرین در ایالات متحده آمریکا در سال ۱۹۹۹ حدود ۲۵۰ هزار هکتار بوده است که از لحاظ سطح زیر کشت، حدود ۵۰ درصد از سطح زیر کشت ذرت شیرین دنیا در این کشور قرار دارد و دارای میانگین عملکردی در حدود ۷/۸ تن در هکتار دانه با رطوبت ۷۰ درصد می باشد (محمدی، ۱۳۸۴). سطح زیر کشت این گیاه در داخل کشور به دلیل عدم آشنایی مردم و کشاورزان و پایین بودن فرهنگ مصرف آن در جامعه از یکصد هکتار تجاوز نمی کند. هر چند ظاهراً مصرف ذرت شیرین جنبه تفننی دارد اما بایستی به این نکته توجه داشت که هر ساله سطح وسیعی از ذرت های دانه ای و سیلوئی کشت شده به منظور تأمین خوراک دام به صورت بلال برداشت و به مصرف مستقیم انسان می رسد، لذا میزان قابل توجهی از تولید در این راستا خواسته و یا ناخواسته از چرخه تولید پروتئین خارج می شود (پزشکپور، ۱۳۸۲).

بنا به گزارش سایت رسمی وزارت جهاد کشاورزی عملکرد این محصول در هکتار حدود ۸ تن می باشد که در این گزارش آمده است که امریکا بزرگترین تولید کننده ذرت شیرین است که عملکردی حدود ۱۰ تن در هکتار دارد (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۸).

1 . Dantings early  
2 . Chullpi = Chuspillo

## ۲-۲-۳- طبقه بندی ذرت شیرین

انتخاب رقم یکی از موارد مهم و قابل ملاحظه در تولید ذرت شیرین است که شامل فاکتورهایی نظیر شیرینی، تعداد روز تا رسیدگی (زودرسی یا دیررسی)، رنگ بذر، اندازه، پتانسیل عملکرد و مقاومت به آفات است (دایور و کوپر، ۲۰۰۸)<sup>۱</sup>. ذرت شیرین دارای سه رنگ زرد، سفید و دو رنگ (زرد و سفید) است. دگرگرده افشانی ارقام زرد با دانه سفید باعث تولید ذرت دو رنگ می شود و اگر ذرت دو رنگ با رقم زرد تلاقی یابد رنگ دانه قابلیت زردی خواهد داشت. هیچ گونه ارتباطی بین رنگ دانه و شیرینی آن وجود ندارد (دیگرسون، ۱۹۹۶). اگرچه، ذرت زرد یکی از بهترین منابع کاروتن است که معمولاً در آن ویتامین A نهفته است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۸). ارقام ذرت شیرین دارای انواع زودرس، متوسط رس و دیر رس بوده که ارقام زودرس نسبت به ارقام متوسط رس و دیررس دارای کیفیت پایین تری هستند. بهر حال زارعین زودرسی را به کیفیت پایین ترجیح می دهند (بی نام، ۱۳۸۸).

از نظر میزان شیرینی ذرت شیرین به ۳ دسته زیر تقسیم می شود:

۱) ذرت شیرین معمولی<sup>۲</sup>: با ژن su که میزان شیرینی آن متوسط است. تبدیل قند به نشاسته در آن به سرعت انجام می گیرد.

۲) ذرت زیاد شیرین<sup>۳</sup>: با ژن se و یا (se+) که میزان شیرینی آن حد واسط بین ذرت شیرین معمولی و ذرت فوق شیرین است. تبدیل قند به نشاسته در آن به سرعت ذرت شیرین معمولی نیست. وارثه se+ نسبت به se شیرین تر هستند.

۳) ذرت فوق شیرین<sup>۴</sup>: با ژن sh<sub>2</sub> که خیلی شیرین بوده و پروسه تبدیل قند به نشاسته در آن خیلی آهسته صورت می گیرد (دیگرسون، ۱۹۹۶ و دایور و کوپر، ۲۰۰۸).

## ۲-۲-۴- گیاهشناسی ذرت شیرین

ذرت شیرین گیاهی است علفی، تک لپه ای و یک پایه (دگرگرده افشان) است. ذرت شیرین دارای عدد کروموزومی 2n=20 می باشد. سیستم ریشه این گیاه افشان بوده و مانند سایر غلات مشتمل است بر ریشه اولیه، ریشه های جانبی بذری و ریشه های نابجا. ذرت شیرین دارای یک ساقه استوانه ای است که در مقطع عرضی بیضوی است. ارتفاع ساقه در ذرت بطور معمول ۱/۵ تا ۳ متر است. ذرت شیرین بر خلاف اکثر ارقام ذرت تولید پنجه کرده و پنجه های آن در شرایط مطلوب محیطی تولید بلال خواهند نمود. در هر گره ساقه یک برگ قرار دارد و برگ ها همانند سایر غلات به طور متناوب در دو طرف طول ساقه قرار می گیرند.

1 . Diver and kuepper, 2008  
2 . Normal sugary  
3 . Sugary enhanced  
4 . Shrunken = Super sweet

گل های نر بصورت یک پانیکل غیرمترکم (تاسل<sup>۱</sup>) بر روی آخرین گره بالایی ساقه قرار دارد. گل های ماده<sup>۲</sup> بصورت سنبله ای بنام بلال<sup>۳</sup> در انتهای شاخه های جانبی بوجود می آیند و بوسیله برگهای تغییر شکل یافته ای بنام غلاف<sup>۴</sup> در میان گرفته شده اند. گرده افشانی<sup>۵</sup> در ذرت شیرین به گونه غیرمستقیم و بوسیله باد<sup>۶</sup> بوده و برای اینکه چنین کاری با سرعت انجام گیرد در زمانی که گرده ها آزاد می شوند، خامه رشد کرده و بصورت کاکل سبز زرد یا قرمز از نوک بلال بیرون می زند تا دانه های گرده (میکروسپور) را دریافت نماید. ذرت شیرین می تواند با سایر ارقام ذرت دگرگرده افشانی داشته باشد. دگرگرده افشانی ذرت شیرین با سایر ذرت ها و یا ارقام دیگری از ذرت شیرین باعث نشاسته ای شدن دانه های آن می گردد.

عموماً کمترین فاصله ایزولاسیون، ۷۵ متر بین دو رقم یا واریته توصیه شده است. برای ایزولاسیون کامل تر و مطمئن تر ۲۰۰ متر پیشنهاد شده است. بعضی محققین حتی تا ۴۰۰ متر را پیشنهاد می دهند (تاج بخش و پورمیرزا، ۱۳۸۲، نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۳ و دایور و کوپر، ۲۰۰۸).

## ۲-۲-۵- اکولوژی ذرت شیرین

### ۲-۲-۵-۱- حرارت

ذرت نیاز فراوانی به دما دارد و میانگین آن در مراحل رشد و نمو به ۳۰ درجه سانتی گراد می رسد. با این وجود، ارقامی از ذرت هستند که می توانند حتی در مناطق معتدل مثل کانادا، شوروی سابق و یا در نواحی کوه های آلپ در فرانسه با موفقیت تولید شوند. اما با این حال ذرت گیاهی می باشد که نسبت به سرما بسیار حساس است (پورصالح، ۱۳۷۴). ذرت قادر نیست درجه حرارت زیر یخبندان را تحمل کند و یا در درجه حرارت های دائماً پایین (اما بدون یخبندان) رشد کند. ذرت در مراحل گیاهیچه ای و بلوغ از یخبندان خسارت می بیند (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶). ذرت شیرین محصولی گرمسیری است که به درجه حرارت بالا برای جوانه زنی مطلوب و رشد سریع نیازمند است. همچنین به ۸ ساعت نور خورشید در روز نیاز دارد (دیکرسون، ۱۹۹۶).

درجه حرارت اثر مشخصی بر روی رشد ذرت شیرین دارد بطوریکه هر چه درجه حرارت از ۴/۴ تا ۳۲/۲ درجه سانتی گراد بالا برود به میزان رشد گیاه افزوده شده و زمان لازم برای رسیدن به مرحله مشخصی از رسیدگی کوتاهتر خواهد بود (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۸). بذر ذرت شیرین بایستی بعد از گذراندن آخرین سرمای مهلک، زمانی که دمای خاک حداقل ۱۰ تا ۱۳ درجه سانتی گراد باشد کشت شود. واریته های سوپر شیرین به دمای خاک بالاتری حدود ۱۵ تا ۱۸ درجه سانتی گراد برای کشت نیاز

- 1 . Tassel
- 2 . Pistilate
- 3 . Ear
- 4 . Husks
- 5 . Pollination
- 6 . Anemogamy

دارند (دیگرسون، ۱۹۹۶). در حالیکه ذرت شیرین معمولی در خاک سرد جوانه زنی مطلوبی دارد (دایور و کوپر، ۲۰۰۸).

در شرایط مطلوب رطوبت، جوانه زدن در درجه حرارت ۲۱ درجه سانتی گراد در مدت ۵-۶ روز، در درجه حرارت ۱۵-۱۸ درجه سانتیگراد در مدت ۸-۱۰ روز، در درجه حرارت ۱۲-۱۳ درجه سانتیگراد در مدت ۱۵-۱۳ روز و درجه حرارت ۱۰-۱۲ درجه سانتیگراد در مدت ۱۶-۲۰ روز طول می کشد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۳).  
اپتیمم درجه حرارت برای تمامی واریته های ذرت شیرین ۲۳ تا ۳۵ درجه سانتی گراد است. درجه حرارت پایین خاک در هنگام کاشت سبب جوانه زنی ناچیز و تأخیر در رشد می شود (دیگرسون، ۱۹۹۶).  
گرمای بیش از ۳۵ درجه سانتی گراد باعث می گردد که گل تاجی خیلی زودتر از گل آذین ماده (بلال) تشکیل و ظاهر گردد و در نتیجه تأثیر منفی بر روی عملکرد خواهد گذاشت (محمدی، ۱۳۸۴).

#### ۲-۲-۵-۲- نور

ذرت به عنوان یک گیاه از دسته گیاهان چهار کربنه ( $C_4$ ) می تواند در صورتی که درجه حرارت مناسب در دوره رشد وجود داشته باشد از انرژی خورشیدی در مقایسه با گیاهان سه کربنه ( $C_3$ ) استفاده بیشتری نماید. مقدار ماده خشک تولیدی از یک زراعت کامل ذرت در واحد سطح بسیار بیشتر از تولید سایر گیاهان زراعی می باشد. واکنش فتوسنتزی در گیاه ذرت در محدوده بین بی تفاوت و روز کوتاهی است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۳). از این رو برخی ارقام در زمانی که طول روز بیش از ۱۳ ساعت باشد به گل نرفته و هنگامی که زارعین ارقام گرمسیری را می کارند بایستی توجهی هوشمندانه به طول روز داشته باشند (بی نام، ۱۳۸۸). از آنجا که ذرت شیرین روز کوتاه است گلدهی آن در شرایط روز کوتاهی تسریع می شود. در مناطقی که روزهای بلند دارند تعداد برگهای آن افزایش می یابد، اندازه بوته ها بزرگ می شود و گلدهی آن تا فرارسیدن روزهای کوتاه به تأخیر می افتد (کاظمی اربط، ۱۳۷۸).

در مجموع افزایش طول روز باعث طولانی شدن زمان کاشت تا ظهور گل تاجی و زمان ظهور گل تاجی تا باز شدن گلها می شود. سرعت آغاز تولید برگها، سرعت ظهور آنها و همچنین تعداد برگها با افزایش طول دوره نوری افزایش می یابد (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶).

انرژی شیمیایی ذخیره شده در دانه های ذرت ۲-۳ درصد کل انرژی خورشیدی است که در تمام مراحل رشد و نمو خود دریافت می دارد. انرژی ذخیره شده در کل بیوماس ۸-۶ درصد می باشد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۳).

آب قابل مصرف در زراعت ذرت مسئله مهمی تلقی می شود. ذرت برای تولید یک واحد ماده خشک بسته به شرایط آب و هوایی و پتانسیل تولید ارقام مختلف بطور متوسط نیاز به ۳۴۲ (بین ۲۳۳ تا ۴۴۵) واحد آب دارد. نیاز ذرت برای ساختن یک واحد ماده خشک کمتر از سایر گیاهان زراعی (گندم، جو، یونجه و ..) است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۳). بسته به شرایط آب و هوایی، برای تولید یک گرم ماده خشک در مورد ذرت های زودرس بطور متوسط ۲۵۰ تا ۳۰۰ گرم و در مورد ذرت های دیررس حدود ۳۵۰ تا ۴۰۰ گرم آب نیاز دارد (کریمی، ۱۳۷۵). از خصوصیات برتر فیزیولوژیکی ذرت کارایی تعرق آن است. به این صورت که به ازای هر ۱۰۰۰ واحد آب مصرفی، ذرت بطور متوسط ۲/۸۷ واحد ماده خشک تولید می کند. بنابراین نسبت تعرق حدود ۳۵۰ می باشد. در محصولاتی مانند برنج، جو، گندم، یولاف و چاودار تقریباً ۲ برابر این آب، یک واحد ماده خشک تولید می کند (راشد محصل و همکاران، ۱۳۷۶). تنش آب در طول بعضی مراحل خصوصاً ظهور گل های نر، گل های ماده و پرشدن بلال بر نقصان عملکرد و کیفیت آن تأثیر می گذارد (وان دن برگ، ۲۰۰۱). بحرانی ترین مرحله نیاز آب در ذرت شیرین در طول مراحل ظهور گل نر و گل ماده و هم چنین پر شدن بلال ها اتفاق می افتد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۳ و وان دن برگ، ۲۰۰۱).

حتی ۳ تا ۴ روز دوره تنش در این مراحل می تواند تا ۶۰ درصد عملکرد ذرت شیرین را کاهش دهد (وان دن برگ، ۲۰۰۱). کمبود آب در مرحله گلدهی باعث می گردد که تلقیح بطور کامل انجام نگیرد (محمدی، ۱۳۸۴ و نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۳). عملکرد و کیفیت بالا در ذرت شیرین زمانی حاصل می شود که رطوبت خاک برای مدت زمان طولانی زیر ۳۰ تا ۴۰ درصد FC (ظرفیت زراعی) نباشد. بسیاری از کشاورزان بوسیله ارزیابی خاک اطراف ریشه نیاز به آبیاری در ذرت شیرین را تشخیص می دهند (بولتن آموزشی دانشگاه اوهایو، ۲۰۰۸).

فاکتورهایی که بر میزان استفاده آب در ذرت شیرین دخیل هستند:

- آب و هوا: زمانی که هوا گرم، خشک و همراه با باد باشد آب بیشتری استفاده می شود.
- طول دوره رشد: وارپته های دیر رس (۹۵ تا ۱۰۰ روزه) میزان آب بیشتری در مقایسه با وارپته های زودرس استفاده می کنند.
- مرحله رشدی: زمانی که ذرت شیرین در مرحله ظهور گل تاجی و ظهور ابریشم هاست، میزان آب بطور چشمگیر افزایش می یابد.