بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده علوم- گروه زیست شناسی

پایان نامه جهت دریافت کارشناسی ارشد

رشته زیست شناسی علوم گیاهی _ گرایش سلولی تکوینی

عنوان

اثر تنش کم آبی بر ساختارتشریحی- تکوینی اندام های زایشی گیاه آفتابگردان (Helianthus annus L.) و بررسی محتوای پروتئینی گیاهان تحت تنش و بذور آنها

اساتید راهنما

دکتر پریسا جنوبی- دکتر سعید آیریان

استاد مشاور

دکتر جهانفر دانشیان

دانشجو

حامد ایزدی

اسفند ۱۳۸۹

Terabit Moallem University

Faculty of science - Department of Biology

Thesis Submitted for Degree of Master Science in Plant Cell and Developmental Biology

Title

The effect of water deficiency stress on anatomical-developmental Structure of reproductive organs of sunflower *(Helianthus annuus* L.) and protein content analysis of stressed plants and their seeds.

Supervisors

Dr.Parissa Jonoubi

Dr.Saeed Irian

Adivisor

Dr.Jahanfar Daneshian

By

Hamed izadi

February 2011

چکیده

تنش خشکی یکی ازمهمترین تنش های محیطی است که تولید محصولات کشاورزی را با محدودیت روبرو ساخته است. با توجه به اهمیت آفتابگردان بعنوان یک گیاه روغنی مهم و به منظور شناسایی ارقام مقاوم به خشکی و همچنین ارزیابی اثرات تنش خشکی بر ویژگی های تشریحی ،بیوشیمیایی و جوانه زنی بذرهای حاصل از گیاهان مادری اعمال تنش شده چهار رقم آفتابگردان (آذرگل، فرخ ،آلستار و یوروفلور)، سه آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی اجرا گردید. در آزمایش اول در شرایط بهینه گیاهان بر اساس ۸۰ میلی لیتر تبخیر از زمان R1[1] (ستاره ای شدن) تا پایان دوره رشد آبیاری شدند ،در حالیکه در آزمایش های دوم و سوم که در شرایط تنش کم آبی اجرا گردیدند، آبیاری بترتیب براساس ۱۲۰ (تنش متوسط) و ۱۸۰ (تنش شدید) میلی لیتر تبخیر از تشتک تبخیر صورت گرفت.

نتایج بررسی سلول- بافت شناختی مراحل رویان زایی گیاهان شاهد و گیاهان تحت تنش شدید کم آبی نشان داد که در اکثر ارقام به غیر از فرخ تکوین رویان بطور نسبی تسریع شده بود که این تسریع در رقم زودرس آلستار از سایر ارقام مشهود تر بود.

میزان کلروفیل a وb و کلروفیل کل و میزان کارتنوئید، میزان پروتئین گرده ، درصد روغن بذری و محتوای نیتروژن بذری تحت تاثیر تنش کم آبی در سطح احتمال ۱٪ کاهش نشان دادند. محتوای پرولین ، پروتئین کل برگی و درصد نشت الکترولیت برگی تحت تاثیر تنش کم آبی در سطح احتمال ۱٪ ومحتوای پروتئینی بذری در سطح احتمال ۵٪ افزایش نشان داد.

در تیمار های کم آبی در میان چهار رقم مورد بررسی شاخص های جوانه زنی نظیر وزن تر هیپوکوتیل، وزن خشک هیپوکوتیل، وزن صد دانه، متوسط جوانه زنی روزانه ، درصد جوانه زنی نهایی ، شاخص طول و وزن خشک گیاهچه و شاخص وزنی بنیه گیاهچه در سطح احتمال ۱٪ و وزن تر گیاهچه، وزن خشک گیاهچه و وزن تر ریشه در سطح ۵٪ معنی دار بود.

واژه های کلیدی : تنش کم آبی، آفتابگردان، رویان زایی، رنگیزه های فتوسنتزی، پرولین، نشت الکترولیت، پروتئین، روغن، جوانه زنی

1)Reproductive stage 1

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول :

مقدمه.....۱

۱-۱اهداف پژوهش.....۲

۱-۲ گیاهشناسی آفتابگردان.....۶

۱-۲-۱ مشخصات.....۶

۱-۲-۲ خصوصیات ریخت شناسی.....۷

۱-۲-۳ فنولوژی گیاه آفتابگردان.....۱۰

۱-۳ تاریخچه آفتابگردان.....۱۱

۱-۴ مصارف گیاه آفتابگردان.....۱۲

۱-۵ مزایای روغن آفتابگردان.....۱۳

۱-۶ تنش های محیطی.....۱۳

۱-۶- ۱ مقاومت به خشکی ۱۵

۱-۶-۲ فرارازخشکی.....۱۶

۱-۶- ۳ اجتناب از خشکی.....۱۶

۱-۶-۴ تحمل خشکی.....۱۷

۱-۷ تغییرات متابولیسمی ایجاد شده تحت تنش کم آبی در گیاهان ۱۸

۱-۷-**۱** نقش اسمولیت ها درپاسخ به تنش خشکی.....۲۰

۱-۸ پروتئین های **LEA**.....۲۱

۱-۹ تنش خشکی در آفتابگردان.....۲۳

۱-۱۰ تنش خشکی و جوانه زنی بذر.....۲۶

فصل دوم :مواد و روش ها ۲۷
۲-۱- شرایط و مشخصات اجرای طرح..... ۲۸
۲-۲- مطالعات سلولی- بافت‌شناختی..... ۲۸
۲-۲-۱- برداشت و تثبیت نمونه‌ها ۲۸
۲-۲-۲- برشهای میکروتومی..... ۳۰
۲-۲-۲- ۱روش تهیه هماتوکسیلین ۳۱
۲-۲-۲- ۲روش تهیه ائوزین الکلی ۳۴
۲-۳- آزمون جوانه‌زنی..... ۳۴
۲-۴- آنالیزهای بیوشیمیایی..... ۳۵
۲-۴-۱- سنجش غلظت پرولین..... ۳۵
۲-۴-۱-۱روش تهیه محلولهای مورد نیاز برای سنجش غلظت پرولین..... ۳۶
۲-۴-۲ سنجش رنگیزه های فتوسنتزی..... ۳۷
۲-۴-۲-۱سنجش کلروفیل ها ۳۷
۲-۴-۲-۲ سنجش کاروتنوئیدها ۳۸
۲-۴-۳ نشت الکترولیتی در برگ..... ۳۹
۲-۴-۴ روش سنجش روغن دانه ها ۳۹
۲-۴-۵ روش سنجش نیتروژن دانه ها ۴۱
۲-۴-۶- استخراج پروتئین برگی و بذری..... ۴۲
۲-۴-۷- سنجش پروتئین برگی وپروتئین بذری ۴۲
۲-۴-۸ سنجش مقدار کل پروتئین گرده ای..... ۴۳
۲-۴-۸-۱ تهیه محلول های مورد نیاز..... ۴۴
۲-۴-۸-۲ رسم منحنی استاندارد..... ۴۴
۲-۴-۹- تهیه عصاره گرده ای و سنجش پروتئین آن..... ۴۵

۲-۴-۱۰- الکتروفورز به روش SDS-PAGE در سیستم بافری ناپیوسته.....۴۷
۲-۴-۱۰-۱- طرز تهیه بافرها و محلولهای لازم.....۴۷
۲-۴-۱۰-۲- طرز تهیه ژل زیرین و رویی.....۴۹
۲-۴-۱۰-۳- تثبیت پروتئین.....۵۰
۲-۴-۱۰-۴- رنگ‌آمیزی ژل با کوماسی بلو.....۵۳
۲-۴-۱۰-۵- رنگبری ژل.....۵۴
۲-۴-۱۰-۶- تجزیه و تحلیل نوارهای پروتئینی روی ژل.....۵۴
۲-۵- محاسبات آماری.....۵۴
فصل سوم :نتایج.....۵۵
۳-۱- بررسی مراحل رویان زایی ۵۶
۳-۲ آنالیزهای بیوشیمیایی ۶۳
۳-۲-۱نتایج رنگیزه های فتوسنتزی.....۶۳
۳-۲-۱-۱ میزان کلروفیل a.....۶۳
۳-۲-۱-۲ میزان کلروفیل b ۶۵
۳-۲-۱-۳ کلروفیل کل.....۶۷
۳-۲-۱-۴ کارتنوئید.....۶۸
۳-۲-۲ غلظت و تنوع پروتئین های گرده ای.....۷۰
۳-۲-۳ میزان نشت الکترولیت.....۷۲
۳-۲-۴ درصد روغن بذرها.....۷۳
۳-۲-۵ غلظت وتنوع پروتئین بذری.....۷۷
۳-۲-۶ محتوای پروتئین برگی.....۷۹
۳-۲-۷ محتوای پرولین برگی.....۸۰
۳-۲-۸ محتوای نیتروژن بذری.....۸۱

۳-۳- ۹آزمون جوانه زنی..... ۹۰
۳-۳-۱۰ وزن صد دانه..... ۱۰۰
فصل چهارم: بحث و تفسیر..... ۱۰۲
۴-۱بررسی مراحل رویان زایی..... ۱۰۳
۴-۲آزمون جوانه زنی..... ۱۰۵
۴-۳ تفسیر وزن صد دانه ۱۰۹
۴-۴ بحث آنالیز های بیوشیمیایی ۱۱۱
۴-۴- ۱رنگیزه های فتوسنتزی..... ۱۱۱
۴-۴-۲- نشت الکترولیت ۱۱۳
۴-۴-۳ پرولین برگی ۱۱۴
۴-۴-۴ تغییرات کمی و کیفی پروتئین های موجود در برگ، بذر و دانه گرده..... ۱۱۵
۴-۴-۵ محتوای روغن ونیتروژن بذری..... ۱۱۹
فصل پنجم : منابع..... ۱۲۴
منابع فارسی..... ۱۲۵
منابع انگلیسی..... ۱۳۰

فصل اول

مقدمه

۱-۱اهداف پژوهش

تولید مواد غذایی در چند دهه اخیر جنبه استراتژیک به خود گرفته است و در حال حاضر برنامه های تحقیقاتی کشورهای مختلف درجهت دستیابی به منابع غذایی جدید، بالاترین عملکردگیاهان زراعی وبهره برداری مناسب از پتانسیل های موجود در کشاورزی هدایت می شوند.

آفتابگردان(*Helianthus annuus*L.) بعنوان پنجمین گیاه مهم منبع تولید روغن خوراکی بعدازسویا، کلزا، پنبه وبادام زمینی درجهان بوده و حدود۸/۲ درصد از کل تولید دانه های روغنی درجهان راتشکیل می دهد. صرف نظر از سویا ، میوه های خرمای روغنی وتخم خردل ،بذرهای آفتابگردان جزء مهمترین دانه های روغنی جهانی با تولید جهانی۲۷ میلیون تن در سال ۲۰۰۷می باشد(FAO ,2009).اهمیت اقتصادی دانه های روغنی بویژه آفتابگردان و با توجه به اینکه ایران در سال ۲۰۰۵ دهمین واردکننده روغن در جهان بوده و در حال حاضرحدود۹۰ درصد روغن مورد نیاز کشور از خارج تامین می شود و وابستگی شدید کشور به واردات روغن و خروج ارز از کشور را نشان می‌دهد، خودکفایی در تولید روغن گیاهی را امری اجتناب ناپذیر می سازد و این امرمهم در گرو استفاده بهینه از پتانسیل های موجود بویژه آب می باشد(سایت خانه کشاورزان ایران،www.Irafo.ir)

نیاز به تأمین روغن خوراکی سبب افزایش قابل توجه کشت آفتابگردان درایران وجهان طی سال های اخیرشده است، بطوریکه براساس آمار سازمان خواربار و کشاورزی جهانی کل تولید جهانی آفتابگردان درسال ۲۰۰۷، حدود۲۷/۷ میلیون تن وسطح زیرکشت آن حدود ۲۲/۳ میلیون هکتار با متوسط عملکرد

۱۲۴۲ کیلوگرم در هکتار بوده است. براساس همین آمار،دراین سال کل تولیدآفتابگردان درایران۹۶ هزار تن و سطح کشت آن۸۰ هزارهکتار با متوسط عملکرد ۱۲۰۰کیلوگرم درهکتارگزارش شده است(www.maj.ir). یک سوم کل زمین های دنیا به عنوان مناطق خشک ونیمه خشک طبقه بندی می شوند و مابقی درمعرض نوسانات فصلی یا محلی آب هستند. کم آبی شایعترین تنش محیطی است وتقریبا تولید ۲۵٪ زمینهای جهان را محدود می کند(کوچکی و همکاران،۱۳۷۲). کشور ایران دارای اقلیم خشک ونیمه خشک است و میانگین بارندگی آن درحد یک سوم میانگین جهانی می باشد، بنابراین پیوسته دچار تنش کم آبی و خشکسالی های مداوم و متناوب می شود(اهدایی ،۱۳۷۲).طبیعت غیر متحرک و ساکن گیاهان،آن ها را دائماً در معرض انواع گوناگونی از شرایط نامساعد تنش قرارمی دهد. تنش های زنده و غیرزنده ،عموماً تاثیری منفی بر تولید گیاهان زراعی دارند و می توانند در حالت شدید حتی بقای گیاه را مورد تهدید قرار دهند(Kalarani *et al.*,2004).

آنچه موجب اهمیت کشت آفتابگردان می گردد این است که با وجود آنکه این گیاه مقاومت بسیار بالایی به خشکی ندارد، اما بعنوان یک گیاه نسبتاً خشکی پسند درمناطق خشک رشد می یابد واغلب هنگامی که دیگر گیاهان زراعی ازخشکی خسارت جدی می بینند،عملکرد رضایت بخشی دارد(Robinson,1971). آفتابگردان ریشه مستقیم وتوسعه یافته ای دارد که می تواند آب را از عمق ۳ متری خاک جذب کند و به همین علت این گیاه در مناطقی با شرایط آب و هوایی خشک بطور وسیع کشت می شود (آلیاری و همکاران،۱۳۷۹).خشکی یک تنش چند بعدی است که گیاهان را درسطوح مختلفی از سازمان یابی شان تحت تاثیرقرار می دهد(Yordanov *et al.*,2003).شدت کاهش محصول بوسیله تنش خشکی به مرحله رشد محصول و شدت خشکی و نوع رقم بکاررفته بستگی دارد (Vijay *et al.*,2004). باروری آفتابگردان

به درجه فراهمی آب بستگی دارد و بیشترین فقدان محصول زمانی رخ می دهد که کمبودآب درمرحله گلدهی باشد(Rauf,2008) و باروری و تکامل گیاه را محدود می کند(Bohnert *et al.*,1995). از این رو مدیریت اثرات زیان آور تنش خشکی در مرحله گلدهی ضروری است.آفتابگردان بعنوان محصولی نسبتا ًمقاوم به خشکی می‌باشد که هردوعامل کمیت وتوزیع آب یک اثر معنی داری بر روی عملکرد ومحصول روغنی آن دارد(Iqbal *et al.*,2005a). بااین حال نیز کیفیت روغن آفتابگردان بوسیله تیمار خشکی تحت تاثیر قرار می گیرد(Petcu *et al.*,2001). همچنین تنش خشکی برهرمرحله تکوینی از آفتابگردان اثرات زیان آوری بدنبال دارد، ماکزیمم کاهش درمحصول هنگامی تجربه شد که خشکی در طول مرحله زایشی رخ داد(Iqbal *et a*l. 2005b;Vijay, 2004).

Karaata(1991)آزمایشی برای شناسایی حساسترین مرحله رشد آفتابگردان طراحی کرد وپی برد که بیشترین کاهش درمحصول زمانی رخ می دهد که خشکی در مرحله گلدهی باشد. از سوی دیگر ،تنش خشکی درطول مرحله گلدهی منجربه عدم تکوین تخمدان هاو سقط آنها، سقط جنین ونازایی گرده می شود. تنش خشکی تعداد فندقه ها را به ازای هر طبق،وزن ۱۰۰۰فندقه وفندقه های بارور هر طبق رانیزکاهش می دهد. تنش درطول مرحله رویشی باعث ۲۵-۱۵درصد کاهش در محصول سالیانه شد ،در حالیکه اگر تنش بامرحله گلدهی همزمانی داشته باشد، این کاهش بیش از ۵۰ درصد خواهد بود(Reddy *et al.*,2003). بااین حال کمترین خسارت زمانی ظاهر شد که تنش خشکی در طول مرحله پرشدن دانه هاداده شد(Karam *et al.*,2007). در این مرحله گیاه از طریق پیری زودرس برگ وبسیج کردن ذخایر ساقه ای برای پرشدن فندقه ها به تنش پاسخ می دهد (Rauf and Sadaqat, 2007b). امروزه باگرم شدن زمین

وتغییرات آب وهوایی شدید در سرتاسر جهان، تنش خشکی تولید محصول آفتابگردان را محدودکرده است. بر طبق گزارشات USDA(2005) تولید دانه آفتابگردان در سال ۲۰۰۴ نسبت به۲۰۰۳در طی فصل رشد ۲درصد کاهش داشته است. میزان پروتئین دانه از صفات مهم در ارزیابی کیفیت تغذیه ای دانه بوده که تحت تاثیررقم، پارامترهای آب وهوایی و میزان رطوبت دردسترس در طول دوره بعد از گلدهی وپرشدن دانه هاقرارخواهدگرفت(Reddy *et al.*,2004).

از اینرو اهداف این پژوهش حاضر شامل موارد زیر است :

۱- مطالعه تغییرات ساختاری و تکوینی مراحل نموی رویان چهار رقم آفتابگردان تحت تاثیر تنش کم آبی .

۲-بررسی برخی تغییرات بیوشیمیایی ۴ رقم آفتابگردان شامل تغییرات میزان روغن ،پروتئین ، پرولین و رنگیزه های فتوسنتزی و نشت الکترولیتی در گیاهان شاهد و گیاهان تحت تنش کم آبی.

۳-بررسی نیمرخ الکتروفورزی گیاهان شاهد و گیاهان تحت تنش کم آبی.

۴-بررسی اثر تنش کم آبی بر روی جوانه زنی بذرهای حاصل از گیاهان شاهد و گیاهان تنش یافته.

فهم اینکه چگونه کاهش آب برمحصولات و فرآیندهای سازگاری طبیعی که گونه های مختلف بوسیله آن ها به کمبودآب عکس العمل نشان می دهد ما را در ارائه روش های مدیریتی مطلوب و اصلاح ارقام بهتر برای شرایط کم آبی کمک می کند.بنابراین شناسایی ارقام مقاوم تر از لحاظ تحمل تنش خشکی و اصلاح محصولات زراعی و مطالعه اثر تنش کم آبی در گیاهان، ازاهمیت زیادی برخوردار است.

۱-۲ گیاهشناسی آفتابگردان

رده بندی علمی آفتابگردان به صورت زیر است :

Kingdom: Plantae
Phylum: Magnoliophyta
Class: Magnoliopsida
Subclass: Asteridae
Order:Asterales
Family: Asteraceae
Subfamily: Helianthoideae
Genus: *Helianthus*
Species: *H.annuus*

جنس Helianthus متشکل از ۵۱ گونه و ۱۹ زیر گونه می باشد که ۱۴ گونه آن یکساله و ۳۷ گونه آن چند ساله است(Seiler, 2007).

۱-۲-۱ مشخصات

آفتابگردان (*Helianthus annuus*L.) گیاهی است یکساله با ساقه های استوار که ارتفاع آن به۲/۵-۲ متر می رسد.آفتابگردان ریشه مستقیم و توسعه یافته ای دارد که پتانسیل نفوذ آن در خاک به سه متر می رسد. این ریشه توسعه یافته گیاه را به خشکی مقاوم می سازد ، مشروط بر آنکه خاک عمیق بوده و تراکم و ساختمان خاک محدود کننده رشد ریشه نباشد. طول دوره رشد آفتابگردان بسته به رقم و کلیه عوامل محیطی از ۹۰ تا ۱۵۰ روز می باشد (آلیاری و همکاران ،۱۳۷۹). آفتابگردان از نظر سازگاری و عکس العمل

نسبت به طول روز بی تفاوت بشمار می رود ولی به نور فراوان نیاز دارد و به شوری خاک نسبتاً مقاوم است. این گیاه در هنگام گل دادن در برابر مدت تابش نور حساسیت زیادی ندارد، از این رو، جزو گیاهان بی تفاوت خنثی به شمار می‌آید. آفتابگردان در اوایل کاشت به آب کمتری نیاز دارد. لیکن پس از رشد کافی، یعنی از موقع گلدهی به بعد، مقدار آب مصرفی آن افزایش می یابد، بر طبق آزمایش های به عمل آمده، این گیاه از زمان کاشت تا هنگام برداشت در هر هکتار به ۴ تا۷هزار متر مکعب آب احتیاج دارد. هر چه دوران رسیدگی دانه با هوای خنک تری روبرو گردد بر درصد اکسید چرب اشباع لینولئیک در روغن اضافه می شود و بر ارزش غذایی آن افزوده می گردد(Chimenti *et al*.,2002).

۱-۲-۲ خصوصیات ریخت شناسی :

ریشه: آفتابگردان دارای سه نوع ریشه است: اول ؛ریشه اصلی که تا ۲/۴ متر در عمق زمین فرو می رود. این ریشه در حدود ۷۰-۵۰ درصدبیوماس کل سیستم ریشه گیاه را شامل می شود. دوم؛ ریشه های فرعی که تا ۲۵سانتیمتری خاک پراکنده شده ومهمترین قسمت ریشه را تشکیل می دهد. سوم؛ ریشه های سطحی که نزدیک به سطح خاک پراکنده می شوند .لازم به توضیح است که در صورت وجود لایه نفوذ ناپذیر، ریشه قادر به نفوذ به عمق بیشتری نخواهد بود. این امر سبب می شود گیاه نسبت به تنش کمبود آبی و ورس حساس شود و عملکرد آن کاهش یابد. در کل آفتابگردان آب را از عمق ۱۵۰ سانتیمتری خاک می تواند جذب کند و به همین علت این گیاه در مناطقی با شرایط آب و هوایی خشک بطور وسیع کشت می شود.

ساقه: ساقه آفتابگردان ستبر،مقطع آن گرد و قطر آن از ۱ تا ۱۰ سانتیمتر متفاوت است. ساقه آفتابگردان زراعی بدون شاخه است، لیکن انواع چند شاخه آن نیز به وفور در مزارع دیده می شود و معمولاً به عنوان

والد نر در تولید بذر هیبرید به کار می رود. ساقه پوشیده از کرکهای خشن است که انتهای آن معمولاً به یک طبق ختم می شود. داخل پوسته چوبی ساقه را مغز خشک وسفید رنگی پر کرده است که به مرور زمان پوک می شود. طول ساقه آفتابگردان های زراعی از ۵۰ تا بیش از ۵۰۰ سانتیمتر تغییر می کند.

برگ: با سبز کردن گیاهچه ، کوتیلدون ها از هم باز شده و نخستین برگهای واقعی در انتهای ساقه قابل مشاهده می گردند. برگها به صورت یک در میان و متقابل ظاهر می گردند و معمولاً پس از ۵ جفت برگ متقابل، حالت مار پیچی از برگهای متناوب ایجاد می شود. برگها بزرگ به شکل قلب و اغلب حجیم هستندو دارای دمبرگ بلندی می باشند. رنگ آنها معمولاً سبز تیره است. هر بوته در حدود۲۰تا ۴۰ برگ دارد و تعداد آنها یک ویژگی مربوط به واریته است. برگهای آفتابگردان دارای خاصیت خورشیدگرایی می باشند، بطوریکه همراه با تغییر زاویه تابش خورشید، برگها نیز زاویه جذبی خود را تغییر می دهند و بدین ترتیب بیشترین مقدار نور خورشید را جذب می نمایند. خورشیدگرایی باعث افزایش عملکرد به میزان ۹درصد می شود.

اندامهای زایشی: گل آذین آفتابگردان طبق[1] یا کپه ای[2] است که نوعی گل مرکب بوده وناشی از فعالیت اختصاصی مریستم راسی و عدم فعالیت جوانه های جانبی می باشد(Seiler, 1997).به این نوع تیپ تک طبقی[3] گفته می شود. قطرطبق معمولاً بین ۱۵-۱۰ سانتیمتر وگاهی تا ۴۰ سانتیمتر هم می رسد. ارقام چند طبقی به علت قطر کاهش قطر طبق در آنها و عدم همزمانی در رسیدن طبق ها در موقع برداشت دارای ارزش زراعی نیستند(آلیاری و همکاران ،۱۳۷۹). ترتیب رسیدگی گل ها بتدریج از خارج طبق آغاز و به

1)Anthodium
2)Capitulum
3)Mono anthodium

سمت داخل ادامه می یابد. طبق در ارقام روغنی دارای ۳۰۰۰- ۷۰۰ عدد وگاهی در ارقام غیر روغنی بیش از ۸۰۰۰ عدد گل است.

در مرحله گلدهی و در داخل طبق دو نوع گل مشاهده می شود :

الف)گلهای کناری یا گلهای زبانه ای[1] : گل های اطراف طبق دارای کاسبرگ و گلبرگ هستند و به علت رنگ زرد مایل به قرمز آنها نقش جذب گرده افشان ها بویژه زنبورعسل را ایفا می کنند. این گلها در جلب حشرات بویژه زنبورهای گرده افشان نقش خاصی دارند. این گلها فاقد اندامهای زایشی بوده و بارور نمی شوند.

ب)گلهای مرکزی یا میله ای: گلهای داخلی طبق فاقد کاسبرگ، دارای اندام زایشی نروماده بوده و بارورشده و دانه را تولید می کنند. این گلها که به گلهای لوله ای و گلهای صفحه ای[2] نیز معروفند(آلیاری و همکاران ،۱۳۷۹،عرشی،۱۳۷۳)، از تلفیق پنج گلبرگ تشکیل شده اند که تعداد پنج پرچم را پوشش می دهند. در قاعده گلبرگهای آن ها، غدد مولد شهد قرار دارند. گلهای میله ای به صورت حلزونی و یا در دوایر متحدالمرکز بر روی طبق قرار دارند. در هر گل اول پرچم ها به هنگام صبح ظاهر شده و عصر آن روز و یا روز بعد کلاله رشد کرده و آماده پذیرش گرده می شود. هر گل در صورت تلقیح شدن دو روز و در صورت عدم تلقیح تا ۱۵ روز باز می‌ماند و اگر در این مدت توسط حشرات گرده افشانی شود، دانه تولید خواهد کرد. بطور کلی عمر گل آفتابگردان ۱۲-۱۰ روز می باشد و روزانه ۴-۱ ردیف گل تازه باز شده و به همان تعداد نیز پژمرده می شوند.

1)Ray flower
2)Disk flower

لقاح به دلیل اینکه پرچمها زودتر بلوغ می یابند غالباً از نوع دگرگشنی[1] است. مادگی دوبرچه ای ،تک خانه با یک تخمک بالغ، نک پوسته و با خورش نازک در هر تخمدان زیرین است وتمکن آن قاعده ای می باشد.

میوه: میوه آفتابگردان از نوع فندقه[2] می باشد که با دانه مترادف گرفته می شود. دانه ها بر روی طبق آفتابگردان در امتداد دایره های متحدالمرکز و فشرده به هم داخل حجره ها قرار دارند. رنگ دانه از سفید تا سیاه با خاکستری خط دار و بسته به رقم تغییر می کند (آلیاری و همکاران ،۱۳۷۹). طول و عرض فندقه ها به ترتیب از ۲۵-۷ و ۱۳-۴ میلی متر و وزن آنها از ۴۰۰-۴۰ میلی گرم متغیر است و در ارقام روغنی طول دانه از هشت میلی مترتجاوز نمی کند.

۱-۲-۳ **فنولوژی گیاه آفتابگردان:** مراحل فنولوژیک گیاه آفتابگردان شامل دومرحله رویشی و زایشی می باشد. مرحله رویشی با حرف v نشان داده می شود واز جوانه زنی (VE) شروع شده و از آن به بعد براساس تعداد برگ گیاه نامگذاری می‌شود. مرحله رشد زایشی شامل ۹مرحله می باشدکه بوضوح قابل تشخیص هستند و شامل مراحل زیر هستند :

R۱ : ظهورگل آذین های احاطه شده توسط براکته های نارس که این براکته ها دارای تعداد زیادی نقاط ستاره مانند هستند. ظهوراین مرحله براساس تعداد برگ ممکن است بین ژنوتیپ ها تغییر کند.

R۲:امتداد یافتن میان گره زیرپایه گل آذین تا مجاور۲ سانتیمتری محل اتصال برگ به ساقه .برخی از گیاهان دارای براکته های خارجی بر روی پایه تخمدان بوده که در مرحله بندی باید نادیده گرفته شوند.

1)Cross- pollination
2)Achene

R۳: رشد طولی میانگره قرار گرفته درزیر جوانه زایشی و بالارفتن گل آذین تا دو ساتیمتر بالاتر از برگ های احاطه کننده.

R۴ :شکوفا شدن گل آذین ها و روئیت شدن گل های شعاعی کوچک .

R۵ : شروع گرده افشانی و بزرگ شدن گل های شعاعی و روئیت شدن همه گل های صفحه ای.

R۶: کامل شدن گرده افشانی و پژمرده شدن و ازدست رفتن تورم گل های شعاعی .

R۷: زرد شدن قسمت پشت گل آذین از قسمت مرکزی نزدیک به پایه تخمدان یا در نزدیکی براکته ها.

R۸: زرد شدن کامل پشت طبق وسبز باقیماندن براکته ها

R۹: زرد و قهوه ای شدن براکته ها و پشت طبق معادل با مرحله رسیدن فیزیولوژیک

۱-۳ تاریخچه آفتابگردان: احتمالاً کشت آفتابگردان در آریزونا و نیومکزیکوی آمریکای شمالی آغاز شده است. در اوایل قرن شانزدهم میلادی این گیاه توسط اسپانیایی ها از آمریکا وارد اروپا شده و در اسپانیا و فرانسه بعنوان گیاه زینتی از آن استفاده شده است. در قرن نوزدهم از اروپا به روسیه انتقال یافت . پس از ورود آفتابگردان به روسیه ، سطح زیر کشت تجاری این گیاه در آن کشور به سرعت افزایش یافت. دانشمندان روسیه برای اصلاح آفتابگردان و افزایش میزان روغن آن تلاشهای زیادی کردند.به همین دلیل بیشتر ارقام تجارتی، مربوط به این کشور می‌باشد(ناصری ،۱۳۷۰) .تاریخ دقیق ورود آفتابگردان به ایران

مشخص نیست و احتمالاً زراعت دانه آفتابگردان به عنوان دانه روغنی در ایران از سال ۱۳۴۶آغازشده است (عرشی ،۱۳۷۳).

۱-۴ مصارف گیاه آفتابگردان: میزان روغن دانه آفتابگردان۵۰تا۶۰ درصدو برای کل میوه فندقه حدود ۴۰تا ۵۰ درصد و میزان پروتئین آن حدود ۱۷تا۲۰ درصد است (Sosulski, 1979). درحالیکه کنجاله های حاصل از استخراج روغن، دارای ۳۰ تا ۵۰٪ پروتئین هستند (Dorrell and Vick, 1997)، محتوای نسبتاً بالای ترکیبات فنولی (۴%-۱)در کنجاله بذر های بدون پوسته روغن گیری شده آفتابگردان که عمدتاً از کلروژنیک اسید و کافئیک اسید تشکیل شده است، محدودیت های اصلی کاربرد پروتئین آفتابگردان در محصولات غذایی انسانی می باشد. فرآیندهای مرسوم استخراج پروتئین ،محصولات سیاه رنگی با کیفیت عمکلردی و تغذیه ای نامناسب را سبب می‌شود که به پیوندکوالانسی فنولیک اسید ها به گروه های واکنشگر پروتئین ها از جمله سیستئین و لیزین طی واکنش قلیایی نسبت داده می‌شود(Sahidi and Naczk, 2004).از اینرو، هنوز استفاده از کنجاله باقیمانده از استخراج روغن آفتابگردان فقط به تغذیه حیوانات محدود می شود (Gonzalez *et al*., 2002 .Perez *et al*, 2002). مزیتهای نسبی گیاه آفتابگردان در مقایسه با برخی دیگر از گیاهان روغنی عبارتند از : طول دوره رویش کوتاه ، رشد و نمو سریع ، سازگاری با شرایط آب و هوایی ، درصد بالای روغن با کیفیت بسیار خوب، بی تفاوت بودن نسبت به طول روز، مقاومت نسبی به خشکی،قابلیت کشت در محدوده وسیعی ازشرایط اکولوژیک و بالابودن درصد روغن و سهولت استخراج آن از مزیت های این گیاه است.(De-Rodriguez *et al*.,2002).