٨٧/١١٠١٤٠٠
٨٧/١٠٢١

١٠٩٥٩٨

دانشگاه گیلان
دانشکده علوم کشاورزی
گروه زراعت و اصلاح نباتات
گرایش اصلاح نباتات

عنوان:

بررسی تظاهر هتروتیک وترکیب‌پذیری لاینهای آفتابگردان در شرایط تنش و بدون تنش خشکی

از:

سمانه عارفی

استادان راهنما:

دکتر حبیب‌اله سمیع‌زاده لاهیجی
دکتر علیرضا نبی‌پور

استاد مشاور:

مهندس محمد جواهر دشتی

۱۳۸۷/۱۰/۱۳

مرداد ۱۳۸۷

۱۰۹۵۹۸

تقدیم به

پدر عزیز و مادر مهربانم

که دریای مهرشان را کرانه‌ای نیست

و

همسر فداکار و دلبند دوست داشتنی‌ام

که زیباتر از نوای حضورشان ترانه‌ای نیست

بسمه تعالی

حمد و سپاس بی‌پایان خدای سبحان را که توفیق انجام این پژوهش را بر من ارزانی داشت. رساله حاضر حاصل همکاری و همدلی اساتید محترم و دوستان عزیزی است که هریک به نحوی مرا در انجام این پژوهش یاری رسانده‌اند.

بر خود لازم می‌دانم از اساتید راهنمای رساله خویش، جناب آقای دکتر حبیب ا... سمیع زاده عضو هیئت علمی دانشگاه گیلان که در انجام مراحل مختلف تجزیه‌های علمی این رساله از هیچ گونه مساعدت و راهنمایی دریغ نکردند و جناب آقای دکتر علیرضا نبی‌پور عضو هیئت علمی بخش دانه‌های روغنی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج که مرا از راهنمایی‌های بسیار بجا و ارزشمندی در جهت نیل به موفقیت بهره‌مند ساخته‌اند تشکر و قدردانی کنم. جناب آقای مهندس محمد جواهر دشتی استاد مشاور را نیز بدینوسیله از ایشان سپاسگزاری می‌کنم.

از اساتید محترم جناب آقای دکتر بابک ربیعی و جناب آقای دکتر علی اعلمی که زحمت باز خوانی و داوری این رساله را بر عهده داشته و نظرات ارزشمندی در هر چه بهتر شدن آن عرضه داشته‌اند صمیمانه سپاسگزاری می‌کنم.

از ریاست محترم بخش دانه‌های روغنی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، جناب آقای مهندس منصوری که امکان استفاده از مزرعه تحقیقاتی این موسسه را برای من فراهم ساخته و از کارشناسان واحد آفتابگردان این بخش آقایان مهندسین خدابنده و ابراهیم فرخی که با گفتگوی سؤالات بیشمار من بوده‌اند تشکر می‌کنم. همچنین از جناب آقای مهندس تشکری که در طی مراحل مختلف عملیات مزرعه‌ای این تحقیق مشکلات فراوانی را از سر راه برداشته‌اند صمیمانه تشکر می‌کنم.

از مدیر محترم گروه زراعت و اصلاح نباتات جناب آقای دکتر یمان و اساتید محترم این دوره از جمله جناب آقای دکتر حبیب ا... سمیع زاده و جناب آقای دکتر بابک ربیعی که در طول گذراندن این مقطع تحصیلی زحمات بسیاری متحمل شدند کمال امتنان را دارم.

از سرکار خانم دکتر معظم حسن پور اصیل به عنوان نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده صمیمانه سپاسگزاری می‌کنم.

همچنین از دوستان عزیز و بزرگوارم سرکار خانم مهندس مریم احمدزاده و سرکار خانم مهندس صنم صفایی که در مراحل مختلف این رساله کمک‌های بسیاری بر من عرضه داشته‌اند و از همکلاسی‌های مهربانم سرکار خانم مهندس مژگان باهوش و جناب آقای مهندس مهدی بیات و جناب آقای مهندس سعید یار احمدی کمال تشکر و قدردانی را دارم.

بر خود لازم می‌دانم از پدر بزرگوار و مادر مهربان و خانواده عزیزم که نه تنها در جهت تحقق این رساله، بلکه در تمام مراحل زندگی همواره پشتیبان و مشوق من بوده‌اند صمیمانه سپاسگزاری و قدردانی کنم و موفقیت و شادکامی را برای ایشان آرزو می‌کنم.

در نهایت به فرجام رساندن این رساله را مرهون زحمات و همدلی و تشویق همسرم می‌دانم که بی‌شک بدون دست یاری و گذشت و شکیبایی او این امر تحقق نمی‌یافت و بدینوسیله همدلی و همیاری ایشان را سپاس می‌گویم.

فهرست مطالب **صفحه**

چکیده فارسی چ
چکیده انگلیسی ح
مقدمه ۲

فصل اول: کلیات و بررسی منابع

۱-۱- سطح زیر کشت، تولید و عملکرد آفتابگردان در جهان و ایران ۵
۱-۲- صفات عمومی ۶
۱-۲-۱- ریشه ۶
۱-۲-۲- ساقه ۷
۱-۲-۳- برگ ۸
۱-۲-۴- گل‌آذین ۹
۱-۲-۵- میوه ۱۳
۱-۳- انواع نرعقیمی در آفتابگردان ۱۴
۱-۴- مراحل رشدی گیاه آفتابگردان ۱۵
۱-۴-۱- مراحل رشد رویشی ۱۵
۱-۴-۲- مراحل رشد زایشی ۱۵
۱-۵- تنش خشکی ۱۶
۱-۶- اهمیت اقتصادی ۱۹
۱-۷- ژنتیک آفتابگردان ۲۱
۱-۷-۱- عملکرد و اجزاء عملکرد ۲۱
۱-۷-۲- ویژگی‌های رشد گیاه ۲۱
۱-۷-۳- کمبود کلروفیل، تفاوت رنگ و انواع جوانه‌های غیر عادی ۲۲
۱-۷-۴- شکل، اندازه و تعداد برگ ۲۲
۱-۷-۵- شاخه‌بندی ۲۲
۱-۷-۶- ارتفاع گیاه ۲۳
۱-۷-۷- گلدهی و رسیدن ۲۳
۱-۷-۸- اندازه، شکل و خمیدگی طبق ۲۳
۱-۷-۹- خوابیدگی ۲۴
۱-۷-۱۰- رنگ گل و مرفولوژی ۲۴
۱-۷-۱۱- ویژگی‌های دانه و مغز ۲۴
۱-۷-۱۱-۱- درصد روغن ۲۴
۱-۷-۱۱-۲- درصد پروتئین ۲۵
۱-۷-۱۱-۳- وزن دانه و مغز ۲۵
۱-۷-۱۱-۴- رنگ دانه ۲۵

۱-۷-۱۲- تحمل به خسارت پرندگان ۲۵
۱-۸- اصلاح آفتابگردان ۲۶
۱-۸-۱- آزمایشات ژنتیکی ۲۷
۱-۸-۲- انواع روش‌های تجزیه لاین × تستر ۲۸
۱-۸-۲-۱- روش کمپتورن [۱۹۵۷] ۲۹
۱-۸-۲-۲- روش لاین × تستر تغییر یافته ۳۰
۱-۸-۲-۳- روش پاتل و همکاران [۱۹۸۴] ۳۱
۱-۹- بررسی منابع ۳۳

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد گیاهی و طرح آزمایشی ۴۱
۲-۲- محل اجرای آزمایش ۴۱
۲-۳- عملیات زراعی آزمایش ۴۴
۲-۴- صفات مورد مطالعه ۴۵
۲-۵- روش‌های آماری مورد استفاده ۴۷
۲-۶- نرم‌افزارهای کامپیوتری مورد استفاده ۵۰

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- تجزیه واریانس مرکب ۵۲
۳-۲- تجزیه لاین × تستر ۵۴
۳-۲-۱- تجزیه واریانس ۵۴
۳-۲-۲- ترکیب‌پذیری عمومی ۶۰
۳-۲-۳- ترکیب‌پذیری خصوصی ۶۷
۳-۲-۴- واریانس ژنتیکی ۷۵
۳-۲-۵- هتروزیس ۸۱
۳-۳- درصد کاهش صفات ۸۶
۳-۴- شاخص میانگین هندسی ۸۸
۳-۵- نتیجه‌گیری کلی ۹۰
۳-۶- پیشنهادات ۹۳

منابع مورد استفاده ۹۷

فهرست جدول‌ها

صفحه

جدول ۱-۱- سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد آفتابگردان در جهان در سالهای ۱۹۶۱-۲۰۰۴ ۵

جدول ۱-۲- سطح زیر کشت، تولید و عملکرد آفتابگردان در ایران در سالهای ۱۳۷۸-۱۳۸۴ ۶

جدول ۱-۳- جدول تجزیه واریانس لاین × تستر مطابق روش کمپتورن [۱۹۵۷] ۲۹

جدول ۱-۴- جدول تجزیه واریانس لاین × تستر تغییر یافته مطابق روش آروناچالام [۱۹۷۴] ۳۱

جدول ۱-۵- تلاقی‌های ممکن m × n بین لاین‌های نمونه اول و دوم ۳۲

جدول ۲-۱- اسامی لاین‌های مورد استفاده ۴۲

جدول ۲-۲- آمار هواشناسی منطقه در طول دوره رشد و نمو آفتابگردان در سال زراعی ۱۳۸۵ ۴۳

جدول ۲-۳- تجزیه واریانس طرح تلاقی لاین × تستر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و به روش کمپتورن [۱۹۵۷] ۴۸

جدول ۳-۱- تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف در آفتابگردان در شرایط تنش و بدون تنش خشکی ۵۳

جدول ۳-۲- تجزیه واریانس صفات مختلف در آفتابگردان در شرایط تنش و بدون تنش بر اساس طرح تلاقی لاین × تستر ۵۷

جدول ۳-۳- برآورد ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) لاین‌ها و تسترها در شرایط تنش و بدون تنش بر اساس طرح تلاقی لاین × تستر ۶۴

جدول ۳-۴- برآورد ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) لاین‌ها و تسترها در شرایط تنش و بدون تنش بر اساس طرح تلاقی لاین × تستر ۷۱

جدول ۳-۵- اجزای واریانس ژنتیکی و سهم لاینها، تسترها، لاین × تسترها و درصد وراثت‌پذیری صفات بر اساس طرح تلاقی لاین × تستر ۷۹

جدول ۳-۶- برآورد هتروزیس هیبریدها برای صفات مورد مطالعه در آفتابگردان در شرایط تنش و بدون تنش بر اساس طرح تلاقی لاین × تستر ۸۴

جدول ۳-۷- برآورد میزان کاهش میانگین صفات مورد مطالعه در آفتابگردان تحت تنش خشکی ۸۷

جدول ۳-۸- شاخص میانگین هندسی صفت عملکرد دانه در کرت در شرایط تنش و بدون تنش خشکی ۸۹

جدول ۹-۳- ضرائب همبستگی صفات مورد بررسی در آفتابگردان در شرایط بدون تنش ۹۴

فهرست شکل‌ها

شکل ۱-۱- فرم‌های مختلف خمیدگی ساقه آفتابگردان ۸

شکل ۱-۲- تنوع گل‌های آفتابگردان ۱۰

شکل ۱-۳- حالت‌های مختلف طبق در آفتابگردان ۱۱

شکل ۱-۴- نیم رخ گل‌آذین آفتابگردان ۱۲

شکل ۱-۵- ساختار بذر آفتابگردان ۱۳

شکل ۱-۶- مراحل رشدی آفتابگردان بر اساس یافته‌ای از اشنایدر و میلر [۱۹۸۱] ۱۷

شکل ۲-۱- نمایی از مزرعه آزمایشی ۴۴

شکل ۲-۲- بوته‌های آفتابگردان در مرحله شروع گلدهی ۴۵

شکل ۲-۳- بوته‌های آفتابگردان در مرحله گلدهی کامل ۴۶

چکیده

بررسی تظاهر هتروتیک وترکیب‌پذیری لاین‌های آفتابگردان در شرایط تنش و بدون تنش خشکی

سمانه عارفی

به منظور ارزیابی قابلیت ترکیب‌پذیری لاین‌های نرعقیم و برگرداننده باروری در آفتابگردان و بررسی تحمل لاین‌ها و هیبریدهای حاصل به تنش خشکی، آزمایشی به کمک ۴۱ تیمار شامل دو لاین نرعقیم به عنوان تستر، ۱۳ لاین برگرداننده باروری و ۲۶ هیبرید حاصل در دو شرایط آبیاری کامل و آبیاری محدود شده به صورت لاین × تستر طراحی و اجرا شد. صفات مورد بررسی شامل تعداد روز از کاشت تا سبز شدن، تعداد روز از سبز شدن تا ۵٪، ۵۰٪ و ۷۵٪ گلدهی، طول دوره گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، طول و عرض برگ، تعداد برگ، ارتفاع بوته، قطر ساقه و طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و روغن و درصد روغن بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار برای کلیه صفات در هر دو شرایط به جز صفت تعداد روز از کاشت تا سبز شدن در شرایط بدون تنش معنی‌دار بود. میانگین مربعات والدین در مقابل تلاقی در اکثر صفات معنی‌دار بود که گویای وجود هتروزیس در این صفات می‌باشد. معنی‌دار شدن اثر والدین و تلاقی‌ها در اکثر صفات نشان داد که تنوع ژنتیکی کافی بین والدین و بین تلاقی‌ها از نظر صفات فوق وجود دارد. اثر لاین‌ها در شرایط بدون تنش برای صفاتی نظیر طول برگ، عرض برگ و ارتفاع بوته و در شرایط تنش برای صفاتی از قبیل قطر ساقه، قطر طبق و ارتفاع بوته و اثر تسترها برای صفاتی نظیر عملکرد دانه در کرت، وزن هزار دانه و درصد روغن در شرایط بدون تنش و برای صفاتی چون قطر طبق، طول و عرض برگ در شرایط تنش معنی‌دار شد که بیانگر تفاوت معنی‌دار بین قابلیت ترکیب پذیری عمومی لاین‌ها و تسترها و نیز نقش اثرات افزایشی در کنترل این صفات می‌باشد. اثرات متقابل لاین × تستر در اکثر صفات غیر معنی‌دار بود و در واقع نشان‌دهنده معنی‌دار نشدن قابلیت ترکیب‌پذیری خصوصی والدین برای این صفات می‌باشد. بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی برای تمامی صفات، تستر CMS۱۹ و هیبرید CMSB × RV به عنوان مناسب‌ترین لاین و هیبرید در هر دو شرایط شناسایی شدند. شاخص میانگین هندسی CMSB، RV و CMS۱۹× R۱ را به ترتیب به عنوان متحمل‌ترین تستر، لاین و هیبرید شناسایی کرد. بررسی میزان هتروزیس هیبریدها نسبت به والد برتر برای تمامی صفات نشان داد که هیبریدهای CMSB × RV و CMSB × R۱۰ مناسب‌ترین هیبریدها در هر دو شرایط می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، هتروزیس، وراثت‌پذیری.

Abstract

Assessment of heterotic expression and combining ability of *Helianthus annuus* lines under water stress and non-stress conditions
Samaneh Arefi

In order to investigation the combining ability of male sterile and restorer lines in sunflower, and their tolerance to drought, 41 treatments including two male sterile lines, 13 restorers and 26 obtained hybrids were evaluated in two irrigation conditions (complete and restricted) in a line × tester. Approach some important traits such as days to emergence, days to 5%, 50% and 75% flowering, flowering duration, length and width of leaf, number of leaf, plant height, diameter of stem and head, 1000 grain weight, oil content, grain and oil yield were recorded. The result of analysis of variance indicated significant differences among genotypes for total of the traits except days to emergence in no stress condition. Significance of parents against crosses mean square indicated existence of heterosis in these traits. Significance of the parents and crosses for the most traits indicated sufficient variability among parents and crosses. The effect of lines was significant for traits such as plant height, length and width of leaf in no stress condition, and for the traits such as plant height, diameter of stem and head in stress condition. The effect of testers was also significant for traits such as grain yield per plot, 1000 grain weight and oil content in no stress condition, and for traits such as diameter of head, length and width of leaf in stress condition that represented significant difference general combination ability between lines and testers, and the role of additive effects in control of these traits, too. Nonsignificant effect of line × tester for the most traits indicated that parents' specific combination ability was not significant. Based on the results obtained from evaluation of general and specific combination ability for the all lines, testers and hybrids traits, CMS19 tester and CMSB × R7 hybrid were known as the best line and hybrid in both conditions respectively. CMSB ،R7 and CMS19 × R1 were known as the most tolerant tester, line and hybrid to drought stress condition respectively.With regard to the results obtained from evaluation of the heterosis based on high-parent for the all traits, CMSB × R7 and CMSB × R10 were also known as the best hybrids in both conditions.

Key words: General and specific combining ability, Heterosis, Heritability.

مقدمه

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) پس از سویا، کلزا و بادام زمینی چهارمین گیاه زراعی روغنی یکساله جهان است که به خاطر روغن خوراکی آن کشت می‌شود. ارقام دانه روغنی که امروزه بیش از ۴۰٪ روغن دارند، ماده خام جالبی برای صنایع فرآوری هستند [عرشی، ۱۳۷۳]. روغن آفتابگردان روشن بوده و با داشتن مقدار زیادی ویتامین E منبع با ارزشی برای تأمین روغن خوراکی و مصارف صنعتی به شمار می‌رود [نبی‌پور، ۱۳۸۳]. میزان قابل توجهی از دانه آفتابگردان در بازارهای دیگری غیر از روغن مصرف می‌شود. در برخی نقاط، دانه کامل به صورت بوداده وگاهی تنها مغز آن به عنوان آجیل مصرف می‌شود. دانه‌های ریزتر به صورت کامل در جیره غذایی پرندگان وحیوانات خانگی وارد می‌شوند [پوت[1]، ۱۹۹۷]. میزان تولید کل آفتابگردان در جهان در سال ۲۰۰۴ میلادی برابر با ۲۶/۲ میلیون تن و سطح زیر کشت آن برابر ۲۱/۳۹ میلیون هکتار بوده است [بی‌نام، ۲۰۰۵]. مهمترین تولید کنندگان آفتابگردان در دنیا شامل روسیه، آرژانتین، اتحادیه اروپا، چین، هند، ترکیه و آفریقای جنوبی هستند [بی‌نام، ۱۳۸۱]. در ایران نیز سطح زیر کشت آفتابگردان در سال ۱۳۸۴ برابر با ۲۸ هزار هکتار و تولید آن برابر با ۲۵ هزار تن بوده است [بی‌نام، ۱۳۸۵].

مهم‌ترین اهداف اصلاحی در آفتابگردان همانند بسیاری از گیاهان زراعی و روغنی دیگر شامل افزایش عملکرد دانه و روغن، زودرسی، ارتفاع کمتر بوته، یکنواختی بوته‌ها و مقاومت به شرایط نامساعد محیطی و مقاومت به آفت‌کش‌ها می‌باشد [عرشی، ۱۳۷۳]، که این اهداف بیشتر از طریق تهیه هیبریدها دنبال می‌شود. از آنجایی‌که هیبریدهای آفتابگردان با نشان دادن پدیده هتروزیس در بسیاری از موارد عملکرد بهتری نسبت به ارقام با گرده‌افشانی آزاد دارند و همچنین با توجه به یکنواختی در زمان رسیدن و دیگر خصوصیات زراعی، ایجاد هیبریدهای با عملکرد بالا اهمیت ویژه‌ای دارد [خادم‌حمزه، ۱۳۷۸]. اولین و مهمترین گام برای نیل به موفقیت در هر برنامه اصلاحی انتخاب صحیح والدین جهت استفاده در برنامه دورگ‌گیری می‌باشد [منصوری، ۱۳۷۳]. انتخاب منطقی و آگاهانه والدین بر اساس تعیین قابلیت ترکیب‌پذیری‌های عمومی و خصوصی و نوع اثرات ژنی صورت می‌پذیرد [حاجی‌پور باقری، ۱۳۸۴]. ارزیابی ترکیب‌پذیری لاین‌های اینبرد یکی از ابزارهای اساسی برنامه‌های اصلاح آفتابگردان است که برای دستیابی به حداکثر هتروزیس طراحی شده است و مطالعه آن ما را در انتخاب لاین‌های مناسب جهت ترکیبات هیبریدی یاری می‌رساند [عرشی، ۱۳۷۳].

[1] Put

ایران با قرار گرفتن در عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۳۸ درجه جزو مناطق خشک و نیمه خشک به حساب می‌آید. کمی نزولات آسمانی و همچنین پراکنش نامناسب آن در طول دوره رشد گیاهان زراعی باعث بروز تنش خشکی می‌شود که خود یکی از عوامل مهم کاهش عملکرد دانه آفتابگردان در ایران است [خانی، ۱۳۸۴]. در نتیجه یافتن هیبریدها و ارقام مقاوم به تنش خشکی می‌تواند راه حل مطلوبی برای رفع این معضل باشد که خود مستلزم شناخت صفات و نحوه توارث آنها است.

آگاهی از قابلیت ترکیب‌پذیری لاین‌ها و بخش اثرات افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل صفات از طریق روش تجزیه لاین × تستر، امکان انتخاب روش صحیح اصلاح را برای به‌نژادگران آفتابگردان فراهم می‌نماید. همچنین با شناسایی ارقام مقاوم به خشکی در مناطقی که احتمال کمبود آب در مراحل حساس رشدی بالا بوده و یا کمبود آب مانع کشت آفتابگردان می‌شود، می‌توان با اطمینان بیشتر اقدام به کشت ارقام مورد نظر نمود.

تحقیق حاضر با استفاده از لاین‌های نرعقیم و برگرداننده باروری آفتابگردان در دو محیط تنش خشکی و بدون تنش اجرا شد تا ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، اثرات ژنی، میزان هتروزیس، سهم لاین‌ها، تسترها و ترکیب لاین × تستر در کنترل برخی از صفات مهم زراعی برآورد گردد. همچنین ارزیابی تحمل لاین‌ها و هیبریدهای حاصل به تنش خشکی و شناسایی ارقام مقاوم از نظر صفات مورد نظر از اهداف دیگر این تحقیق بوده است.

کلیات و بررسی منابع

۱-۱) سطح زیر کشت، تولید و عملکرد آفتابگردان در جهان و ایران

با توجه به جدول ۱-۱ سطح زیر کشت آفتابگردان در جهان در سال ۲۰۰۴، ۲۱ میلیون هکتار، میزان تولید آن ۲۶ میلیون تن و متوسط عملکرد دانه آن در جهان ۱۲۲۵ کیلوگرم در هکتار بوده است [بی‌نام، ۲۰۰۵].

جدول۱-۱- سطح زیر کشت، میزان تولید و عملکرد آفتابگردان در جهان در سالهای ۱۹۶۱-۲۰۰۴

سال	سطح زیر کشت آفتابگردان در جهان (هکتار)	میزان تولید دانه آفتابگردان در جهان (تن)	میزان عملکرد دانه آفتابگردان در واحد سطح درجهان(کیلوگرم در هکتار)
۱۹۶۱	۶۶۶۷۰۸۰	۶۸۱۷۰۴۴	۱۰۲۲
۱۹۷۰	۸۷۴۶۰۱۶	۱۰۰۴۵۷۱۶	۱۱۴۹
۱۹۸۰	۱۲۴۲۵۵۵۹	۱۳۶۵۶۳۲	۱۰۹۹
۱۹۹۰	۱۶۹۹۹۲۴۷	۲۲۶۶۶۲۴۴	۱۳۳۳
۲۰۰۰	۲۰۹۵۹۸۳۵	۲۶۳۱۲۹۷۷	۱۲۵۵
۲۰۰۱	۱۷۶۵۵۵۵۱۹	۲۰۳۴۷۶۰۴	۱۱۵۳
۲۰۰۲	۱۹۵۳۵۵۳۷	۲۴۱۷۲۷۹۸	۱۲۳۷
۲۰۰۳	۲۲۳۳۲۶۱۴	۲۷۷۵۶۴۳۳	۱۲۴۲
۲۰۰۴	۲۱۳۹۴۰۴۴	۲۶۲۰۸۱۱۴	۱۲۲۵

منبع: [بی‌نام، ۲۰۰۵]

مهمترین تولیدکنندگان آفتابگردان در دنیا شامل کشورهای روسیه، آرژانتین، اتحادیه اروپا، چین، هند، ترکیه و آفریقای جنوبی هستند [بی‌نام، ۱۳۸۵].

همانطور که در جدول ۱-۲ مشاهده می‌شود سطح زیر کشت آفتابگردان در سال زراعی ۷۹-۱۳۷۸ حدود ۴۰ هزار هکتار بوده است، ولی در سال ۸۰-۷۹ این سطح مقدار زیادی کاهش یافته است. اگر چه در سالهای ۸۱، ۸۲ و ۸۳ سطح زیر کشت دوباره روند افزایشی به خود گرفته است، ولی به اندازه سال ۱۳۷۹ گسترش کشت آن مشاهده نمی‌شود. میزان تولید آفتابگردان روغنی در سال ۷۹-۱۳۷۸ حدود ۲۵ هزار تن بوده است و در سال ۸۰-۱۳۷۹ این مقدار به ۱۶ هزار تن کاهش یافته است، اما در سالهای بعد این

میزان روند افزایشی داشته، تا اینکه در سال ۱۳۸۴ دوباره به تولید ۲۵ هزار تن رسیده است، هر چند که در این سال سطح زیر کشت آفتابگردان تنها ۲۸ هزار هکتار بوده که نشان‌دهنده بهبود عملکرد این گیاه است [بی‌نام، ۱۳۸۵].

جدول ۱-۲- سطح زیر کشت، تولید و عملکرد آفتابگردان در ایران در سالهای ۱۳۷۸-۱۳۸۴

سال	سطح زیر کشت (هکتار)	تولید (تن)	متوسط عملکرد دانه در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار)
۷۸-۷۹	۴۰۲۹۸	۲۴۹۹۸	۶۲۰
۷۹-۸۰	۲۸۱۵۷	۱۶۳۳۳	۵۸۰
۸۰-۸۱	۲۹۲۵۹	۳۳۸۱۱	۱۱۵۶
۸۱-۸۲	۳۰۰۰۰	۳۵۰۰۰	۱۱۶۷
۸۲-۸۳	۳۳۷۸۴	۲۴۰۰۰	۷۱۰
۸۳-۸۴	۲۸۰۰۰	۲۵۰۰۰	۸۹۳

منبع: [بی‌نام، ۱۳۸۵]

۱-۲) صفات عمومی

آفتابگردان اهلی یک گیاه یکساله بلند، راست، بدون شاخه فرعی، دارای اندام‌های بزرگ و یک گل درشت طلائی است. ساقه منحصر به فرد و مشخص و گل‌آذین بزرگ، آن را از تمام گیاهان زراعی دیگر متمایز می‌کند. صفات کمّی نظیر ارتفاع بوته، اندازه طبق، اندازه دانه و زمان رسیدن آن در بین واریته‌های مختلف، بسیار متفاوت است و همین ویژگی‌هاست که در استفاده از گیاه به عنوان یک منبع روغن خوراکی و غذایی برای انسان و حیوانات و یا علوفه، تعیین‌کننده‌اند [عرشی، ۱۳۷۳].

۱-۲-۱) ریشه

در مورد نمو ریشه آفتابگردان اطلاعات اندکی در دست است. در اوایل نمو گیاه، تعداد زیادی ریشه جانبی قوی از ریشه اصلی در دامنه ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متری پایین سطح خاک منشأ می‌گیرند. ریشه‌های جانبی به طور وسیعی در محدوده ۶۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متری پایین سطح خاک گسترده شده و تا ۳۰ سانتی‌متری زیر سطح خاک هم بالا می‌روند. سیستم ریشه آفتابگردان را می‌توان یک

سیستم اکتشافی[1] دانست. به این معنی که سطح وسیعی از خاک به کمک مخلوطی از ریشه‌های ضخیم و باریک مورد جستجو قرار می‌گیرد [کونور و سادراس[2] ۱۹۹۲].

سیستم ریشه آفتابگردان محکم اما اغلب سطحی است و هرچند که عمق ریشه اصلی می‌تواند تا سه متر هم باشد، اما قطر آن به سرعت از سطح خاک به طرف پایین کاهش می‌یابد و از این رو در زمان رشد کامل گیاه تکیه‌گاه امنی برای آن نیست. گاهی موریانه‌ها هم به ریشه‌ها خسارت وارد می‌کنند که باعث افزایش شانس افتادن بوته آفتابگردان می‌شود [نبی‌پور، ۱۳۸۳].

بعضی از گونه‌ها دارای ریشه چند ساله‌اند ولی بیشتر گونه‌های چند ساله دارای ریزوم هستند و در مواردی محدود از غده و یا جوانه‌های محل یقه می‌رویند. ریشه اولیه یا ریشه اصلی از ریشه‌چه دانه منشأ می‌گیرد و تا زمانی که ضخیم شدن ثانویه صورت نگرفته است، در همان مرحله رشد اولیه باقی می‌ماند. ریشه‌های فرعی نیز از یک مرحله رشد اولیه عبور می‌کنند و بعضی هرگز به مرحله رشد ثانویه نمی‌رسند. در خلال رشد ثانویه، ریشه در جهت قطر توسعه می‌یابد و بافت‌های آوندی ثانویه ایجاد می‌شوند [عرشی، ۱۳۷۳].

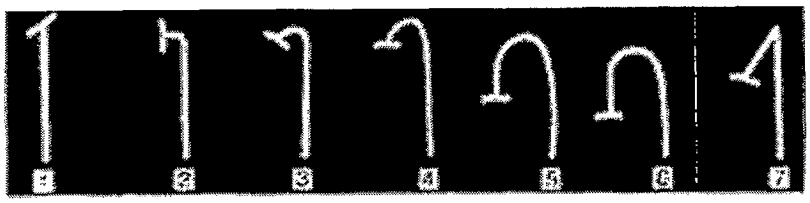
۱-۲-۲) ساقه

ساقه آفتابگردان تنومند، مقطع آن گرد و قطر آن معمولاً سه تا شش سانتی‌متر و به طورکلی بین یک تا ده سانتی‌متر می‌باشد. ساقه معمولاً بدون شاخه فرعی است ولی انواع چند شاخه آن نیز به وفور در مزارع تجاری دیده می‌شود و معمولاً به عنوان والد نر در تولید بذر هیبرید به کار می‌رود [نبی‌پور، ۱۳۸۳]. ابعاد ساقه و نمو آن و از جمله شاخه‌بندی به شدت تحت تأثیر محیط و تراکم قرار می‌گیرد. ساقه دارای کرک‌های نرم و برجستگی‌های طولی باریک است. تراکم کرک‌ها در بالای ساقه و نزدیک طبق بیشتر می‌شود و داخل پوسته خارجی و چوبی را مغز خشک سفیدی پر کرده است که اغلب به مرور زمان پوک می‌شود. رشد آفتابگردان سریع بوده و ارتفاع ساقه آن عموماً بین یک تا سه و در کل بین نیم تا پنج متر متغیر می‌باشد. رشد آفتابگردان پس از گلدهی متوقف می‌شود. شوری آب و خاک باعث کاهش قطر و ارتفاع ساقه می‌شود. به طور کلی این عقیده وجود دارد که فرم آرمانی ساقه دارای ارتفاعی برابر ۱۶۰ تا ۱۸۰ سانتی‌متر می‌باشد [اسکوریک[3]، ۱۹۸۸].

اگر چه در زمان گلدهی، طبق نسبت به خاک معمولاً به حالت عمودی و رو به مشرق قرار می‌گیرد، ولی موقعیت آن قابل تغییر است و در نتیجه فرم‌های مختلفی از خمیدگی ساقه در آفتابگردان دیده می‌شود که در واقع معیاری از زاویه طبق هستند (شکل۱-۱). بهتر است که این صفت هنگام رسیدگی طبق یا دقیقاً قبل از آن اندازه‌گیری شود. وقتی دانه تشکیل می‌شود، طبق

[1] Explorative
[2] Connor & Sadras
[3] Skoric

معمولاً خم شده و در زمان رسیدن به طرف پایین آویخته می‌شود. سطح طبقی که نسبت به زمین در وضع عمودی قراردارد، به هنگام دانه‌بندی ممکن است در لبه‌های بالایی بر اثر آفتاب صدمه ببیند که در این حال گل‌ها و میوه‌ها قهوه‌ای شده و دانه درون پوست از رشد باز می‌ماند. طبق‌هایی که رو به بالا هستند، از جانب پرندگان خسارت‌های شدیدی متحمل می‌گردند، حال آنکه طبق‌های خمیده برای بعضی گونه‌های پرندگان جذابیت کمتری دارند. در نتیجه فرم‌های خمیدگی سه و چهار (شکل ۱-۱) نسبت به بقیه برتری دارند، زیرا نور مستقیم خورشید به بذرها نرسیده و بذرها از حمله پرندگان نیز در امان می‌مانند. فرم‌های خمیدگی پنج و شش و هفت سبب ضعف ساقه شده وکار برداشت را دشوار می‌سازند [عرشی، ۱۳۷۳].



شکل ۱-۱- فرم‌های مختلف خمیدگی ساقه آفتابگردان

طول ساقه بوسیله تعداد و طول میانگره‌ها تعیین می‌شود. جونز و فیلیپس[1] [۱۹۶۶] دریافتند که طویل شدن ساقه تحت تأثیر فعالیت نقاطی از گیاه است که اسید جیبرلیک تولید می‌کنند. همچنین بین تعداد میانگره و ضخامت ساقه یک همبستگی مثبت وجود دارد.

درجات مختلفی از شاخه‌دهی در آفتابگردان دیده می‌شود، از ارقام زراعی تک ساقه که در انتها یک گل آذین بزرگ دارند گرفته تا ارقام وحشی که تقریباً به ازای هر یک برگ در ساقه اصلی یک شاخه فرعی دارند. طول شاخه فرعی از چند سانتی‌متر تا مقادیری حتی بیش از طول ساقه اصلی متغیر است. شاخه‌دهی می‌تواند در پایین و یا در بالای ساقه مجتمع شده و یا در سرتاسر ساقه پراکنده باشد. هر چند طبق شاخه‌های فرعی معمولاً کوچک تر از طبق شاخه‌های اصلی است، ولی بعضی از شاخه‌های فرعی درجه یک ممکن است دارای طبق انتهایی تقریباً به بزرگی طبق اصلی باشند [عرشی، ۱۳۷۳].

۱-۲-۳) برگ

هر بوته بین ۲۰ تا ۴۰ برگ دارد که تعداد و میزان رشد آنها به ژنوتیپ واریته بستگی دارد. در یک واریته تعداد نهائی برگ‌های هر بوته عمدتاً متأثر از محیط یعنی جمعیت گیاهی، رطوبت خاک و دما می‌باشد. به نظر می‌رسد که نوعی همبستگی بین تعداد

[1] Jones & Phillips

برگ و زمان رسیدن موجود باشد، زیرا گیاهان دارای تعداد برگ بیشتر معمولاً دیرتر می‌رسند. تولید برگ و بلند شدن ساقه تا زمان باز شدن گل آذین ادامه پیدا می‌کند [نبی‌پور، ۱۳۸۳].

لپه‌ها نخستین برگ‌های واقعی یک بوته آفتابگردان هستند. معمولاً برگ‌ها ابتدا به صورت یک در میان ظاهر می‌شوند، به طوری که عموماً پس از پنج جفت برگ متقابل پایینی، حالتی مارپیچی از برگ‌های متناوب ایجاد می‌شود [پالمر و فیلیپس[1]، ۱۹۶۳]. برگ‌ها معمولاً دارای دمبرگ بوده و رگبرگ‌های درخت مانند دارند. البته ندرتاً ژنوتیپ‌های فاقد دمبرگ هم دیده می‌شوند. در ذکر مشخصات زراعی از اصطلاحات نیمه ایستاده، افقی و آویخته برای معرفی زاویه دمبرگ با ساقه استفاده می‌شود [عرشی، ۱۳۷۳]. برگ‌ها بزرگ و بیضوی، قلبی شکل و اغلب سنگین هستند و دمبرگ بلندی دارند. پهنک در وسط برگ، بیشترین پهنا را دارد و معمولاً پهن‌ترین برگ در وسط بوته دیده می‌شود. در برخی مقاله‌ها از نسبت عرض برگ به طول آن به عنوان یک صفت استفاده می‌شود [نبی‌پور، ۱۳۸۳].

سطح برگ ممکن است مسطح، مقعر و یا محدب بوده و سطح برگ ممکن است ناهموار، کرک‌دار و یا پوشیده از مو باشد. گاهی سطح برگ صاف و بدون کرک است [عرشی، ۱۳۷۳]. برگ‌ها اغلب به رنگ سبز تیره هستند. در تعریف و شناسایی واریته‌ها از اصطلاحات سبز روشن، سبز متوسط و سبز تیره برای رنگ برگ استفاده می‌شود [نبی‌پور، ۱۳۸۳].

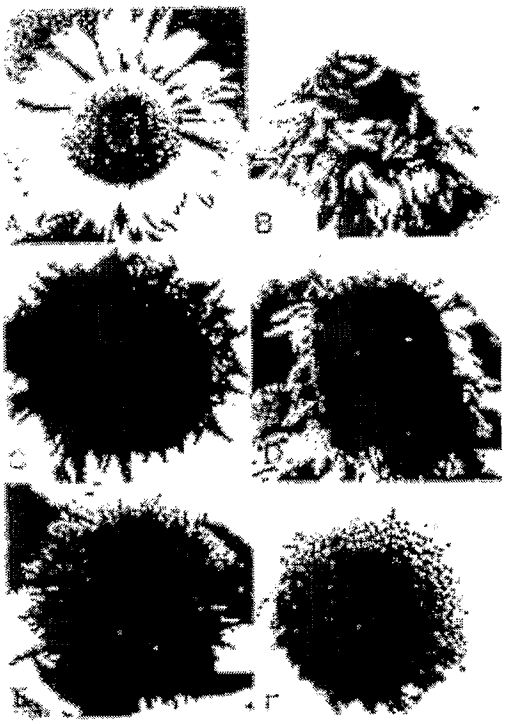
براکته‌های زیر طبق برگ‌های تغییر شکل‌یافته‌ای هستند که میزان این تغییر از براکته‌های خارجی به داخلی افزایش می‌یابد. این تغییرات شامل کاهش سطح پهنک، تغییر در دمبرگ و تبدیل آن به غلافی برگ مانند، پراکنش دستجات آوندی و کاهش بافت مزوفیل است. براکته‌های گل نیز در واقع برگ‌های تغییر شکل یافته‌ای هستند که هر یک از گل‌های مرکزی را در بر می‌گیرند. برگ‌ها قایقی شکلند و تا حدی به تخمدان در حال رشد چسبیده‌اند. هر براکته دارای دو شاخه و یک نوک تیز است [عرشی، ۱۳۷۳].

۱-۲-٤) گل‌آذین

گل‌آذین بیشترین توجه متخصصین کشاورزی و به‌نژادگران را جلب می‌کند، زیرا عملکرد دانه با اندازه گل‌آذین و درصد گل‌های تلقیح شده تعیین می‌شود. طبق یا همان گل‌آذین کپه‌ای دایره‌ای شکل آفتابگردان در انتهای ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی (درصورت وجود) ظاهرمی‌شود و تنوع زیادی در آن دیده می‌شود (شکل ۱-۲). اندازه طبق بسته به رقم و محیط متفاوت است ولی معمولاً قطر آن بین ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر و گاهی بسیار بیشتر است. قطر طبق با اندازه‌گیری آن قسمت از طبق که مربوط به گل‌های

[1] Palmer & Phillips

مرکزی است تعیین می‌شود [هیسر[1]، ۱۹۷۶]. در یک واریته، قطر طبق بیشترین تأثیر را بر بازدهی بذر داشته و عموماً برای تولید حداکثر بذر در مزرعه یک قطر ایده‌آل وجود دارد. قطر طبق روی اندازه بذر و درصد دانه‌های بارور و نهایتاً روی مقدار عملکرد تأثیر می‌گذارد.



شکل ۱-۲- تنوع گل‌های آفتابگردان.

(A. نوع معمولی. B. طبقی با گل‌های زبانه‌ای بیش از حد معمول. C. گل‌های زبانه‌ای تا حد دو گل کاهش یافته است. D. گل‌های زبانه‌ای در مرکز طبق. E. نوع داوودی مانند. F. حد واسط بین نوع داوودی و طبق‌های معمولی.)

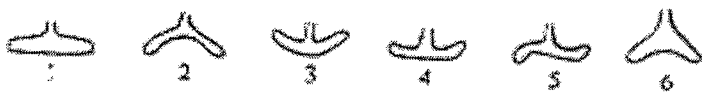
شکل طبق عامل دیگری است که از آن در تمایز واریته‌ها استفاده می‌شود و ممکن است از محدب تا مقعر تغییر کند (شکل ۱-۳). گل‌های گل‌آذین بر دو نوعند:

الف) گل‌های زبانه‌ای که در واقع همان ردیف بیرونی طبق با گلچه‌های عقیم و بزرگ به رنگ روشن است و شامل پنج گلبرگ طویل و متصل به هم هستند که ساختمانی تسمه مانند را ایجاد کرده و معمولاً زرد رنگند، ولی ممکن است از زرد پر رنگ تا قرمز متغیر باشند.

[1] Heiser

ب) گل‌های مرکزی به گل‌های باقیمانده طبق گفته می‌شود و گلچه‌های مدور قهوه ای یا مایل به ارغوانی هستند که روی نیم دایره‌هایی که از مرکز طبق می‌گذرند، واقعند و دو جنسی بوده و بذر تولید می‌کنند.

هر طبق می‌تواند بین ۷۰۰ تا ۸۰۰۰ گلچه داشته باشد که این گلچه‌ها به شکل حلقه‌هایی مدور از مرکز گل‌آذین شروع شده و به‌طرف حاشیه طبق پیش می‌روند. این حلقه‌ها از توالی فیبوناتچی[1] تبعیت می‌کنند. گلچه‌های مدور پس از تشکیل بذر به سبزی گراییده و با انجام فتوسنتز در پر شدن دانه‌ها کمک می‌کنند.



شکل ۱-۳- حالت‌های مختلف طبق در آفتابگردان

(۱- صاف. ۲- محدب. ۳- مقعر. ۴- صاف ولی با کمی برگشتگی لبه طبق به طرف بالا. ۵- نامنظم. ۶- شیپوری.

شروع گلدهی که تقریباً در مرحله هشت برگی بوته اتفاق می‌افتد، به مقدار زیادی تحت تأثیر دما و فتوپریود است. هرچند که واکنش آفتابگردان به طول روز متفاوت است، لیکن این گیاه عمدتاً روز خنثی یا روز کوتاه تلقی می‌شود [رابینسون[2]، ۱۹۷۸]. هنگام شکوفایی، ابتدا گلچه‌های مدور کناری باز می‌شوند و باز شدن گل‌ها با سرعت روزانه یک تا چهار ردیف بتدریج به طرف مرکز طبق ادامه می‌یابد. این امر باعث می‌شود که برای انجام تلاقی در یک طبق آفتابگردان به چند روز متوالی (پنج تا ده روز) نیاز باشد. اگر طبق‌ها بزرگ باشند و یا هوا سرد باشد، دوره گل کردن طولانی‌تر خواهد شد. گل‌های زبانه‌ای یک روز پس از این‌که گل‌های وسط طبق باز شدند، شروع به ریزش می‌کنند [عرشی، ۱۳۷۳].

اندام نر گل آفتابگردان زودتر از اندام ماده آن می‌رسد (پروتاندری)[3]، لذا آفتابگردان یک گیاه دگرگشن است. تحت شرایط فتوپریودی طبیعی، پروتاندری در گلچه‌های دو جنسی آفتابگردان توسط اختلاف در میزان طویل شدن خامه (استیل[4]) و لوله گرده (فیلامان[5]) رخ می‌دهد [لابلو و همکاران[6]، ۲۰۰۰]. در آفتابگردان یک سیستم خودناسازگاری وجود دارد که باعث افزایش درصد دگرگشنی در این گیاه می‌شود. گزارش شده که این خودناسازگاری از نوع اسپوروفیتی بوده و محل بروز آن با خامه، کلاله و

---

[1] Fibonatchi series
سری فیبوناتچی از مجموعه‌ای از اعداد تشکیل شده است که در آن هر عدد از جمع دو عدد قبلی خود بدست آمده است. دو عدد اول این سری ۱ و ۱ می باشند: ۱و ۱ و ۲ و۳ و ۵ و ۸ و ۱۳و...

[2] Robinson
[3] Protandry
[4] Style
[5] Filaman
[6] Lobello et. al.