



به نام خدا

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

دستنامه

زراعت گلرنگ



تهیه و تدوین:

امیر حسن امیدی و حمید جبّاری

فهرست مطالب دستنامه گلرنگ

صفحه	عنوان
۶	۱- فصل اول (کلیات)
۶	۱-۱- تاریخچه
۶	۱-۲- سطح زیر کشت و میزان تولید گلرنگ در جهان
۸	۱-۳- سطح زیر کشت و میزان تولید گلرنگ در ایران
۱۰	۱-۴- خاستگاه گلرنگ
۱۱	۱-۵- مصارف گلرنگ
۱۲	۱-۶- کیفیت روغن و کنجاله
۱۴	۲- فصل دوم (گیاه شناسی گلرنگ)
۱۴	۲-۱- ریشه
۱۴	۲-۲- ساقه
۱۵	۲-۳- برگ
۱۶	۲-۴- گل
۱۸	۲-۵- دانه
۱۹	۳- فصل سوم (سیتوژنتیک گلرنگ)
۱۹	۳-۱- روابط ژنومی
۱۹	۳-۱-۱- طبقه بندی گونه‌ها
۲۱	۳-۱-۲- طبقه بندی مجدد جنس کارتاموس
۲۲	۳-۱-۳- طبقه بندی مولکولی جنس کارتاموس
۲۳	۳-۲- سیتوژنتیک کلاسیک
۲۴	۴- فصل چهارم (مراحل نموی و اکولوژی گلرنگ)
۲۴	۴-۱- مراحل نموی
۲۵	۴-۱-۱- سبز شدن
۲۵	۴-۱-۲- روزت
۲۵	۴-۱-۳- ساقه رفتن یا طولیل شدن ساقه
۲۶	۴-۱-۴- شاخه دهی
۲۷	۴-۱-۵- رویت طبق یا تکمه دهی
۲۷	۴-۱-۶- گل دهی

۲۸	۴-۱-۷- رسیدگی فیزیولوژی
۲۸	۴-۱-۸- رسیدگی کامل
۳۰	۴-۲- نیازهای اکولوژیک گلرنگ
۳۰	۴-۲-۱- نور
۳۰	۴-۲-۲- رطوبت
۳۰	۴-۲-۳- دما
۳۰	۴-۲-۳- خاک
۳۲	۵- فصل پنجم (تنش های محیطی)
۳۲	۵-۱- انواع تنش های محیطی
۳۲	۵-۲- تنش خشکی
۳۳	۵-۳- تنش شوری
۳۴	۵-۴- تنش سرما
۳۶	۶- فصل ششم (زراعت گلرنگ)
۳۶	۶-۱- تهیه بستر کشت
۳۷	۶-۲- ضد عفونی بذر
۳۷	۶-۳- تاریخ کاشت
۳۹	۶-۴- میزان بذر
۳۹	۶-۵- تراکم بوته
۴۱	۶-۶- عمق کاشت
۴۱	۶-۷- کود
۴۱	۶-۷-۱- نیتروژن
۴۳	۶-۷-۲- فسفر
۴۳	۶-۷-۳- پتاسیم
۴۴	۶-۸- آبیاری
۴۶	۶-۹- تناوب زراعی
۴۷	۶-۱۰- کشت مخلوط
۴۹	۶-۱۱- برداشت دانه
۵۲	۶-۱۲- برداشت گل
۵۳	۶-۱۳- انبارداری

۵۵	۷- فصل هفتم (آفات مهم گلرنگ)
۵۵	۷-۱- مگس گلرنگ
۵۶	۷-۱-۱- نحوه خسارت مگس گلرنگ
۵۶	۷-۱-۲- مدیریت مگس گلرنگ
۵۷	۷-۲- شته گلرنگ
۵۸	۷-۲-۱- نحوه خسارت شته گلرنگ
۵۸	۷-۲-۲- مدیریت شته گلرنگ
۵۹	۷-۳- هلیوتیس
۵۹	۷-۳-۱- نحوه خسارت هلیوتیس
۶۰	۷-۳-۲- مدیریت هلیوتیس
۶۰	۷-۴- کرم برگخوار گلرنگ
۶۰	۷-۴-۱- نحوه خسارت کرم برگخوار گلرنگ
۶۱	۷-۴-۲- مدیریت کرم برگخوار گلرنگ
۶۱	۷-۵- کرم‌های طوقه‌بر
۶۱	۷-۵-۱- نحوه خسارت کرم‌های طوقه‌بر
۶۲	۷-۵-۲- مدیریت کرم‌های طوقه‌بر
۶۲	۷-۶- سن لیگوس
۶۳	۷-۷- کرم مفتولی
۶۳	۷-۸- ملخ

۶۵	۸- فصل هشتم (بیماری‌های گلرنگ)
۶۵	۸-۱- بیماری لکه‌برگی آلترناریایی
۶۶	۸-۱-۱- علائم بیماری لکه‌برگی آلترناریایی
۶۷	۸-۱-۲- کنترل بیماری لکه‌برگی آلترناریایی
۶۷	۸-۲- بیماری لکه‌برگی رامولاریایی
۶۷	۸-۲-۱- علائم بیماری لکه‌برگی رامولاریایی
۶۸	۸-۲-۲- کنترل بیماری لکه‌برگی رامولاریایی
۶۸	۸-۳- لکه‌برگی سرکوسپورایی
۶۸	۸-۳-۱- علائم بیماری لکه‌برگی سرکوسپورایی
۶۹	۸-۳-۲- کنترل بیماری لکه‌برگی سرکوسپورایی
۶۹	۸-۴- زنگ گلرنگ
۷۰	۸-۴-۱- علائم بیماری زنگ گلرنگ
۷۱	۸-۴-۲- کنترل بیماری زنگ گلرنگ
۷۱	۸-۵- مرگ گیاهچه

۷۲	۸-۵-۱- علائم بیماری مرگ گیاهچه
۷۲	۸-۵-۱- کنترل بیماری مرگ گیاهچه
۷۲	۸-۶-۶- پوسیدگی سفید ساقه
۷۳	۸-۶-۱- علائم پوسیدگی سفید ساقه
۷۴	۸-۶-۱- کنترل پوسیدگی سفید ساقه
۷۴	۸-۷-۷- پوسیدگی ریشه
۷۵	۸-۷-۱- علائم پوسیدگی ریشه
۷۵	۸-۷-۱- کنترل پوسیدگی ریشه
۷۶	۸-۸- پژمردگی فوزاریومی
۷۶	۸-۸-۱- علائم پژمردگی فوزاریومی
۷۷	۸-۸-۱- کنترل پژمردگی فوزاریومی
۷۷	۸-۹- سفیدک پودری
۷۷	۸-۹-۱- علائم سفیدک پودری
۷۸	۸-۹-۱- کنترل سفیدک پودری
۷۸	۸-۱۰- پژمردگی ورتیسیلیومی
۷۸	۸-۱۰-۱- علائم پژمردگی ورتیسیلیومی
۷۹	۸-۱۰-۱- کنترل پژمردگی ورتیسیلیومی
۷۹	۸-۱۱- پوسیدگی بوتری تیس (کیک خاکستری)
۸۰	۸-۱۲- موزاییک خیار

۹- فصل نهم (علف‌های هرز گلرنگ)

۸۱	۹-۱- انواع علف‌های هرز
۸۳	۹-۲- مدیریت علف‌های هرز

۱۰- فصل دهم (روش‌های اصلاح و تولید بذر گلرنگ)

۸۶	۱۰-۱- روش‌های اصلاح گلرنگ بدون دورگ‌گیری
۸۶	۱۰-۱-۱- معرفی گیاه
۸۷	۱۰-۱-۲- انتخاب لاین خالص
۸۹	۱۰-۱-۳- روش اصلاحی توده‌ای
۸۹	۱۰-۲- روش‌های اصلاح گلرنگ مبتنی بر دورگ‌گیری
۹۰	۱۰-۲-۱- روش شجره‌ای
۹۰	۱۰-۲-۲- روش بالک
۹۰	۱۰-۲-۳- روش تلاقی برگشتی
۹۱	۱۰-۳- تولید ارقام هیبرید

۹۱	۱۰-۴- اهداف اصلاحی
۹۱	۱۰-۴-۱- بهبود عملکرد دانه
۹۱	۱۰-۴-۲- بهبود کمیت و کیفیت روغن
۹۱	۱۰-۴-۳- زودرسی
۹۲	۱۰-۴-۴- مقاومت به بیماری‌ها و آفات
۹۲	۱۰-۴-۵- بی‌خار بودن
۹۲	۱۰-۵- تولید بذر
۹۲	۱۰-۵-۱- طبقه بذری پایه
۹۲	۱۰-۵-۲- طبقه بذری مادری
۹۲	۱۰-۵-۳- طبقه بذری گواهی‌شده
۹۴	منابع

۱-۱- تاریخچه

گلرنگ با نام علمی *Carthamus tinctorius* L. از تیره کاسنی است. کارتاموس، مترادف لاتین کلمه عربی کوارتوم یا گورتوم است که به رنگدانه استخراج شده از گل های گلرنگ بر می گردد. نام انگلیسی گلرنگ (سففلور) نیز احتمالاً از اشکال مختلف نگارشی اسفار، افور، اسفیور و سفیور برگرفته شده است. در کتب آسمانی از این گیاه با اسم کوسومبا نام برده شده است. گلرنگ توانایی بسیار زیادی برای رشد در شرایط مختلف دارد، ولی سطح کشت آن در مناطق مختلف دنیا به دلیل نبود اطلاعات در زمینه مدیریت محصول، محدود شده است.

در گذشته، گلرنگ به صورت سنتی در محدوده ای بین کشورهای چین تا سواحل مدیترانه و همچنین سواحل نیل تا اتیوپی کشت می شد (ویز، ۱۹۷۱)، ولی در حال حاضر در کشورهای ایالات متحده آمریکا، مکزیک، اتیوپی، قزاقستان، استرالیا، آرژانتین، ازبکستان، چین، روسیه، پاکستان، اسپانیا، ترکیه، کانادا، ایران و فلسطین در سطوح محدودی کشت می شود.

۱-۲- سطح زیر کشت و میزان تولید گلرنگ در جهان

تولید و سطح زیر کشت گلرنگ در دنیا، نوسانات زیادی در سال های گذشته داشته است، به طوری که تولید دانه با سیر صعودی از ۴۸۷ هزار تن در سال ۱۹۶۵ به بیش از یک میلیون تن در سال ۱۹۷۵ رسید، اما در سال ۱۹۸۵ با سیر نزولی به ۹۲۱ هزار تن کاهش یافت. مکزیک تا سال ۱۹۸۰ که سطح کشت و تولید جهانی گلرنگ به ترتیب ۸۲۸ هزار هکتار و ۶۰۰ هزار تن بود، بیشترین سطح زیر کشت آن را در دنیا را به خود اختصاص داده بود. در سال های اخیر سطح زیر کشت گلرنگ و تولید آن در مکزیک کاهش یافته است (سروانتز - مارتینز، ۲۰۰۱).

در ایالات متحده آمریکا، کشت تجاری گلرنگ در سال ۱۹۵۰ شروع شد و به سرعت به ۱۷۵ هزار هکتار رسید که بیشتر آن در ایالت های کالیفرنیا، نبراسکا، آریزونا و مونتانا کشت می شد. سطح زیر کشت و تولید دانه گلرنگ در چین به ترتیب حدود ۵۵-۳۶ هزار هکتار و ۸۰-۵۰ هزار تن است که ۸۰ درصد آن مربوط به ایالت زین است. از دیگر ایالت ها می توان به یانان، سی چوان، هینان، هبی، شان دونگ، جیان سو و زیچانگ اشاره کرد (ژائومو و لی ژی، ۲۰۰۱). در سال ۲۰۰۷ هندوستان و به دنبال آن مکزیک، آرژانتین، قزاقستان و آمریکا، بیشترین تولید و سطح زیر کشت جهانی گلرنگ را دارا بودند اما در حال حاضر قزاقستان به تنهایی بیش از ۲۰ درصد از کل تولید گلرنگ دنیا را به خود اختصاص داده است (فائو، ۲۰۱۷) و پس از آن کشورهای هند، مکزیک، روسیه و آمریکا از جمله مهم ترین کشورهای تولید کننده این گیاه محسوب می شوند (جدول های ۱-۱ و ۲-۱ و شکل های ۱-۱ و ۲-۱). در کشور هند ایالت های آندراپرادش، اوریسا، مادیاپرادش، چاتیسگا و بیهار از دیگر مناطق کشت گلرنگ به شمار می روند که کشت آنها اغلب به صورت دیم انجام می گیرد. تمایل به کشت این گیاه در سال های اخیر به سه دلیل اصلی زیر افزایش یافته است:

الف- کاهش شدید تولید گیاهان روغنی در کشورهایی با بارندگی اندک؛

ب- وجود مقادیر اندک اسیدهای چرب اشباع در دانه؛

ج- گسترش کاربردهای پزشکی گل های گلرنگ.

جدول ۱-۱- تولید گلرنگ (هزار تن) در کشورهای مهم تولیدکننده در سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۴

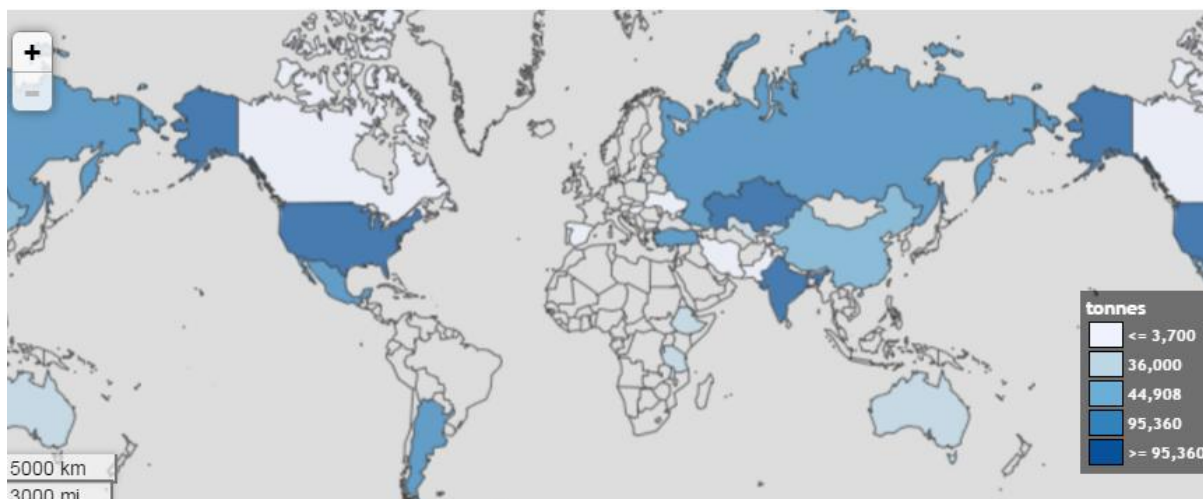
کشور	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴
هند	۲۴۰/۰	۲۲۵/۰	۱۸۹/۲	۱۷۸/۸	۱۵۰/۰	۱۴۵/۰	۱۰۹/۰	۱۱۳/۰
مکزیک	۱۱۳/۳	۹۶/۴	۷۶/۸	۹۷/۱	۱۳۰/۹	۲۵۷/۴	۹۱/۸	۱۴۴/۴
آمریکا	۹۵/۵	۱۴۰/۸	۱۰۹/۷	۱۰۰/۴	۷۶/۹	۷۸/۹	۹۵/۴	۹۴/۶
آرژانتین	۵۸/۰	۳۳/۵	۸۶/۹	۴۳/۸	۵۶/۱	۱۰۸/۲	۴۹/۸	۳/۱
قزاقستان	۴۳/۹	۴۵/۷	۸۴/۱	۱۲۲/۲	۱۵۱/۲	۱۲۷/۲	۱۷۴/۹	۱۳۵/۴
چین	۳۲/۰	۳۲/۵	۳۴/۰	۳۲/۵	۳۲/۴	۳۱/۸	۳۲/۰	۳۲/۲
قرقیزستان	۱۲/۰	۱۲/۸	۱۴/۶	۱۱/۳	۱۰/۹	۱۲/۴	۱۲/۸	۱۰/۶
اتیوپی	۱۱/۲	۸/۱	۵/۶	۵/۱	۸/۹	۱۳/۲	۸/۳	۶/۳
تانزانیا	۱۰/۱	۱۰/۶	۱۱/۲	۱۱/۶	۱۲/۱	۱۲/۷	۱۳/۰	۱۳/۵
روسیه	۰/۰۴	۰/۵۸	۰/۳۵	۰/۲۷	۴/۷	۷/۹	۴۱/۸	۸۱/۷
ازبکستان	۳/۵	۴/۵	۸/۵	۹/۹	۱۰/۶	۱۲/۷	۲۵/۸	۲۱/۴
ترکیه	۲/۳	۷/۱	۲۰/۱	۲۶/۰	۱۸/۲	۱۹/۵	۴۵/۰	۶۲/۰
اسپانیا	۰/۰۲۴	۰/۰۳۰	۰/۰۳۵	۳/۵	۵/۴	۱/۹	۴/۲	۳/۷
استرالیا	۲/۰	۷/۵	۶/۲	۴/۹	۶/۱	۴/۸	۴/۶	۵/۵
کانادا	۲/۶	۲/۷	۲/۸	۲/۸	۲/۸	۲/۹	۳/۰	۳/۱
جهان	۶۲۸/۴	۶۲۹/۳	۶۵۲/۱	۶۵۲/۲	۶۵۲/۷	۸۳۹/۱	۷۱۴/۵	۷۳۳/۸

منبع: فائو (۲۰۱۷)

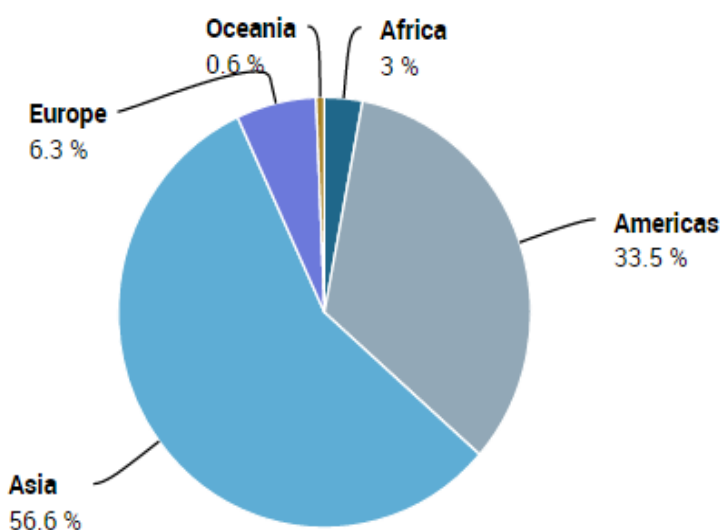
جدول ۱-۲- سطح زیر کشت گلرنگ (هزارهکتار) در کشورهای مهم تولیدکننده در سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۴

کشور	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴
هند	۳۵۰/۰	۳۵۰/۵	۲۹۴/۶	۲۸۷/۸	۲۲۹	۱۷۸	۱۵۰	۲۱۱
مکزیک	۹۳/۱	۶۵/۰	۶۵/۳	۸۳/۹	۶۲/۸	۱۷۲/۹	۸۰/۵	۱۱۵
آمریکا	۶۹/۴	۷۸/۹	۶۶/۹	۶۷/۹	۵۱/۵	۶۴/۸	۶۹/۰	۶۹
آرژانتین	۷۴/۳	۴۴/۱	۹۶/۹	۶۶/۱	۷۹/۳	۱۶۱/۵	۸۷/۴	۵/۷
قزاقستان	۷۴/۰	۷۹/۹	۱۴۷/۰	۱۹۴/۰	۲۴۱/۵	۲۴۳/۶	۲۷۶/۵	۲۵۱
چین	۲۱/۰	۲۲/۰	۲۳/۰	۲۲/۶	۲۲/۴	۲۱/۸	۲۱/۹	۲۲/۱
قرقیزستان	۱۴/۵	۱۵/۶	۱۵/۹	۱۱/۹	۱۲/۲	۱۳/۶	۱۴/۰	۱۲/۹
اتیوپی	۱۳/۰	۹/۰	۴/۶	۵/۵	۸/۲	۱۱/۴	۱۱/۵	۵/۶
تانزانیا	۲۱/۵	۲۲/۱	۲۲/۶	۲۳/۲	۲۳/۸	۲۳/۵	۲۴/۰	۲۵/۵
روسیه	۰/۱۵	۱/۴	۰/۸	۰/۴	۶/۰	۱۲/۸	۷۰/۵	۱۱۵
ازبکستان	۶/۲	۱۰/۰	۱۵/۰	۱۹/۲	۲۲/۲	۲۸/۳	۳۹/۶	۴۰
ترکیه	۱/۷	۵/۴	۲۱/۵	۱۳/۵	۱۳/۲	۱۵/۶	۲۹/۳	۴/۴
اسپانیا	۰/۵۰	۰/۰۵	۰/۰۵	۳/۶	۷/۳	۳/۳	۴/۱	۴/۷
استرالیا	۶/۱	۴۴/۱	۱۲/۱	۷/۸	۱۰/۴	۹/۵	۸/۰	۹/۴
کانادا	۲/۴	۲/۴	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۵	۲/۶	۲/۶
جهان	۷۵۲/۶	۷۲۰/۶	۷۹۳/۶	۸۱۳/۳	۷۹۶/۹	۹۶۶/۸	۸۹۲/۲	۹۳۶/۹

منبع: فائو (۲۰۱۷)



شکل ۱-۱- مهمترین کشورهای تولید کننده گلرنگ در جهان (فائو، ۲۰۱۷)
(بزرگ‌ترین کشورهای تولید کننده به رنگ آبی تیره نشان داده شده‌اند و با کم‌رنگ شدن رنگ آبی از اهمیت کشور تولید کننده کاسته می‌شود)



شکل ۲-۱- سهم قاره‌های مختلف از تولید گلرنگ برحسب درصد (فائو، ۲۰۱۷)

۳-۱- سطح زیر کشت و میزان تولید گلرنگ در ایران

به نقل از آمارنامه کشاورزی (احمدی، ۱۳۹۴) در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳، سطح گلرنگ در کشور حدود ۲۲۵۷ هکتار برآورد شد که معادل ۰/۰۱۹ درصد از کل سطح برداشت محصولات زراعی و ۰/۵۲ درصد از کل سطح برداشت محصولات صنعتی است (جدول ۳-۱). ۹۴ درصد از اراضی کشت گلرنگ به صورت آبی و ۶ درصد به صورت کشت دیم بوده است (جدول ۳-۱). در بین استان‌های کشور، استان اصفهان با ۵۳ درصد در سطح زیر کشت گلرنگ، بیشترین سطح را دارا بود و استان‌های فارس با ۲۲، کرمان با ۹ و سیستان و بلوچستان با ۴ درصد از

به نقل از آمارنامه کشاورزی (احمدی، ۱۳۹۴) میزان تولید گلرنگ کشور ۳۲۱۴ تن برآورد شده که معادل ۰/۰۰۴ درصد از میزان تولید محصولات زراعی و ۰/۰۲۴ درصد از کل میزان تولید محصولات صنعتی می‌باشد که ۹۸ درصد آن از اراضی با کشت آبی و ۲ درصد آن از اراضی با کشت دیم حاصل شده است. استان اصفهان با ۵۶ درصد تولید گلرنگ کشور در جایگاه نخست تولید این محصول قرار گرفته و پس از آن استان‌های فارس (۱۹ درصد)، سیستان و بلوچستان (۱۶ درصد) و کرمان (۳ درصد) قرار گرفته‌اند (جدول ۱-۳).

جدول ۱-۳- سطح، میزان تولید و عملکرد دانه محصول گلرنک به تفکیک استان در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳
(واحد: هکتار - تن - کیلوگرم)

عملکرد		میزان تولید			سطح			نام استان
دیم	آبی	جمع	دیم	آبی	جمع	دیم	آبی	
۹۰۰	-	۱۸	۱۸	۰	۲۰	۲۰	۰	آذربایجان شرقی
۷۸۰	-	۱۰	۱۰	۰	۱۳	۱۳	۰	آذربایجان غربی
-	۱,۴۹۵.۳	۱,۷۹۶	۰	۱,۷۹۶	۱,۲۰۱	۰	۱,۲۰۱	اصفهان
-	۷۵۰	۱۵	۰	۱۵	۲۰	۰	۲۰	خراسان رضوی
-	۹۶۵	۲۵	۰	۲۵	۲۶	۰	۲۶	خراسان شمالی
-	۴,۹۷۵.۷	۵۰۰	۰	۵۰۰	۱۰۰	۰	۱۰۰	سیستان و بلوچستان
-	۱,۲۰۰	۶۰۰	۰	۶۰۰	۵۰۰	۰	۵۰۰	فارس
-	۱,۰۰۰	۲	۰	۲	۲	۰	۲	قم
۷۰۰	۸۹۵.۷	۲۲	۱	۲۱	۲۵	۲	۲۳	کردستان
۳۲۰	۶۶۶.۷	۱۰۰	۳۰	۷۰	۲۰۰	۹۵	۱۰۵	کرمان
-	۹۰۰	۴۵	۰	۴۵	۵۰	۰	۵۰	مرکزی
-	۸۴۰	۴۲	۰	۴۲	۵۰	۰	۵۰	همدان
-	۷۸۹.۷	۳۹	۰	۳۹	۵۰	۰	۵۰	یزد
۴۶۱.۱	۱,۴۸۲.۹	۳,۲۱۴	۶۰	۳,۱۵۴	۲,۲۵۷	۱۳۰	۲,۱۲۷	کل کشور

9



شکل ۱-۳- سه استان بزرگ تولید کننده گلرنگ در کشور در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ (احمدی، ۱۳۹)

(استان اصفهان به عنوان مهم‌ترین و استان‌های فارس و سیستان و بلوچستان در رتبه دوم و سوم قرار دارند)

۱-۴- خاستگاه گلرنگ

واویلوف (۱۹۵۱)، سه مرکز را به‌عنوان خاستگاه برای گلرنگ زراعی معرفی کرد. خاستگاه هند (مرکز II) که بر اساس تغییرپذیری و کشت قدیم گلرنگ بود. مرکز دوم در افغانستان (مرکز III) که بر اساس تنوع و نزدیکی به گونه‌های وحشی بود. خاستگاه اتیوپی (مرکز VI) که اغلب بر اساس وجود گونه‌های وحشی گلرنگ در این منطقه مشخص شد. مراکز خاستگاه گلرنگ که واویلوف پیشنهاد کرد، پیشتر توسط کوپزو (۱۹۳۲) پس از تحقیقات گسترده بر روی کلکسیون‌های گلرنگ در بسیاری از مناطق گزارش شده بود. اشری و نولز (۱۹۶۰) و هانلت (۱۹۶۱) نیز خاستگاه گلرنگ را بر اساس تشابه گلرنگ زراعی به دو گونه وحشی مرتبط با گونه فلاوسنز (از ترکیه، سوریه و لبنان) و گونه پالستینیوس (از مناطق غرب عراق و جنوب فلسطین)، گزارش کردند.

نولز (۱۹۶۹) مراکز گلرنگ زراعی را به‌عنوان مراکز تشابه و نه مراکز خاستگاه یا تنوع توصیف کرد، به‌طوری که تشابه آشکاری بین انواع موجود در برخی مراکز یا بیشتر آنها وجود دارد. این مراکز عبارتند از:

- ۱- خاور دور (مرکز I واویلوف- چین): چین، ژاپن و کره؛
- ۲- هند- پاکستان (مرکز II واویلوف- هند): هند، غرب و پاکستان شرقی؛
- ۳- خاورمیانه (مرکز III و IV واویلوف- آسیای مرکزی و خاور نزدیک): از افغانستان تا ترکیه و از جنوب شوروی سابق به طرف اقیانوس هند؛
- ۴- مصر (مرکز V واویلوف- مدیترانه‌ای): حاشیه شمال نیل؛
- ۵- سودان (جنوب مرکز V واویلوف): حاشیه نیل در شمال سودان و جنوب مصر؛
- ۶- اتیوپی (مرکز VI واویلوف- اتیوپی)؛
- ۷- اروپا (بخش غربی مرکز V واویلوف): اسپانیا، پرتغال، فرانسه، ایتالیا، رومانی، مراکش و الجزایر.

۱-۵- مصارف گلرنگ

گلرنگ گیاهی چندمنظوره است که از قرن‌ها پیش، برای تهیه رنگدانه‌های نارنجی و قرمز و روغن کشت می‌شده است. گل‌های گلرنگ خصوصیات دارویی دارد و از آن به‌عنوان گیاه دارویی در چین به‌طور گسترده استفاده می‌شود (لی و یوان‌ژو، ۱۹۹۳). گلچه‌های این گیاه حاوی مواد مغذی است که تاثیر آن در درمان بیماری‌های قلب و عروق، فشار خون بالا گزارش شده است. تمام اسیدهای آمینه ضروری به جز تربیتوفان در گل‌های گلرنگ موجود است (سینگ، ۲۰۰۵). رنگدانه زرد (کارتامیدین)^۱ در گلرنگ به‌طور کامل محلول در آب است و در نوشابه‌های رنگی و ژله‌های خوراکی استفاده می‌شود و به‌دلیل مقاومت زیاد به حرارت در رنگ‌آمیزی نان کاربرد دارد. کارتامین نسبت به محیط‌های اسیدی و بازی حساس است و به‌سرعت زرد رنگ می‌شود، اما در محیط‌های خنثی پایدار است. رنگدانه قرمز (کارتامین)^۲ نامحلول در آب است و در مواد آرایشی و رنگرزی مواد غذایی، داروها و نوشیدنی‌ها و نیز رنگ‌آمیزی پارچه و ابریشم استفاده دارد (شکل ۱-۴).



شکل ۱-۴- گلچه‌های گلرنگ

با پیدایش رنگ‌های مصنوعی ارزان‌تر مانند انیلین^۳، استفاده از گل‌های گلرنگ به‌عنوان منبع رنگ خوراکی به‌تدریج در قرن بیستم به صفر رسید. با این حال، به‌تازگی علاقه به گل گلرنگ به‌عنوان منبع رنگ برای استفاده در مواد غذایی به‌دلیل ممنوعیت استفاده از رنگ‌های مصنوعی در مواد غذایی، در کشورهای اروپایی و مناطق دیگر، اهمیت پیدا کرده است. کشور چین سالانه حدود ۲۶۰۰ - ۱۸۰۰ تن گل گلرنگ را برای استخراج رنگ و تهیه دارو تولید می‌کند (لی و یوان‌ژو، ۱۹۹۳ و ژائومو و لی‌ژی، ۲۰۰۱). گزارش شده که گل‌های رقم بدون خار ۶-Nari و هیبرید بدون خار ۱-Nari-nh سرشار از پروتئین (۱۰/۴ و ۱۲/۸۶ درصد)، قند (۷/۳۶ و ۱۱/۸۱ درصد)، کلسیم (۵۵۸ و ۷۰۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، آهن (۵۵/۱ و ۴۲/۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، منیزیم (۲۰۷ و ۱۴۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، پتاسیم (۳۹۹۲ و ۳۲۶۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)، هستند. نوعی چای دلپذیر که در آن از گل‌های گلرنگ به‌عنوان عنصر اصلی استفاده شده، در هند تهیه شده است (سینگ، ۲۰۰۵). با تجاری شدن گل‌های گلرنگ به‌عنوان چای، استخراج رنگ و استفاده از آن برای اهداف پزشکی، منبع درآمد جدیدی برای کشاورزان به‌وجود آمده است (ساوانت و همکاران، ۲۰۰۰). بنابراین مصرف تجاری گل‌های گلرنگ این گیاه را در میان گیاهان زمستانه دیگر متمایز کرده است.

گلرنگ را می‌توان به‌صورت علوفه خشک یا سیلویی ذخیره کرد. علوفه تر گلرنگ در صورت مصرف به‌طور مستقیم برای دام خوش‌طعم بوده و ارزش علوفه‌ای و عملکرد آن مشابه یا بهتر از یولاف و یونجه است.

^۱-Kartamidin

^۲-Kartamin

^۳- Aniline

روغن گلرنگ سرشار از اسیدهای چرب غیراشباع مانند اسیدلینولئیک است که در مقایسه با اسیدهای چرب اشباع، سبب بروز بیماری‌های قلبی و عروقی نمی‌شود. تولید کره‌های مارگارین پس از هیدروژنیزاسیون روغن گلرنگ، بهتر از سویا انجام می‌گیرد (کلین گارتن، ۱۹۹۳). روغن گلرنگ به علت خاصیت ضد حساسیت، در داروهای تزریقی کاربرد دارد (۱۰۸). روغن سوخته گلرنگ در معالجه جراحات و رماتیسم کاربرد دارد (ویز، ۱۹۷۱). همچنین از این گیاه در تولید غذاهای مایع کودکان استفاده می‌شود. گلرنگ گیاهی مطلوب برای تهیه مواد آرایشی و روغن‌های مو است (ویز، ۱۹۷۱). ارزانی و توسعه محصولات حاصل از نفت، در سال‌های اخیر به کاهش استفاده از روغن گلرنگ در صنایع نقاشی و روغن‌های جلادهنده منجر شده است (اسمیت، ۱۹۹۶a).

از کیک گلرنگ، اگر مزه تلخ آن حذف شود، می‌توان برای تغذیه انسان استفاده کرد (ناگراج، ۱۹۹۵). کیک گلرنگ در ترکیب با آرد گندم به نسبت ۳:۱ برای تهیه بیسکویت غنی از پروتئین، بسیار مناسب است (سینگ و عبیدی، ۲۰۰۵). برگ‌های گلرنگ سرشار از ویتامین A، آهن، فسفر، کلسیم، کاروتن، ریوفلاوین و ویتامین C هستند و از این رو گیاهچه‌های جوان به عنوان سبزی پختنی و سالاد در مناطق مختلف هند، استفاده می‌شوند (نیمبکار، ۲۰۰۲). دیگر کاربردهای مهم و جالب دانه گلرنگ تغییرات ژنتیکی آن برای تولید دارو و آنزیم‌های صنعتی است (موندل و همکاران، ۱۹۸۵).

۱-۶- کیفیت روغن و کنجاله

روغن‌ها از اسیدهای چرب مختلف با ویژگی‌های متفاوت تشکیل شده‌اند. اسیدهای چرب به دو دسته اشباع شده و اشباع نشده تقسیم می‌شوند. اسیدهای چرب اشباع شده، یکی از عوامل اصلی افزایش کلسترول خون، تصلب شرایین و حمله‌های قلبی‌اند. امروزه تقاضا برای روغن‌های گیاهی که دارای مقادیر زیاد اسیدهای چرب اشباع هستند، به دلیل ارتباط این اسیدهای چرب با بیماری‌های قلبی و عروقی، در حال کاهش است. همچنین روغن‌های گیاهی که مقادیر زیاد اسیدهای چرب با پیوند دوگانه بیشتر دارند، به دلیل پایداری اندک در مقابل حرارت، موجب کاهش عمر و دوام روغن می‌شوند. در این حالت به هیدروژناسیون شیمیایی نیاز است که موجب تولید اسیدهای چرب ترانس می‌شود که برای سلامت انسان مضر است. اسیدهای چرب غیراشباع سبب کاهش کلسترول بد خون (LDL) می‌شوند، این در حالی است که تاثیری بر میزان کلسترول خوب خون (HDL) ندارند (۱۰۸). اغلب اسیدهای چرب گلرنگ غیراشباع هستند. از مهم‌ترین اسیدهای چرب گلرنگ، می‌توان به اسیداولئیک (۱: ۱۸) و اسیدلینولئیک (۲: ۱۸) اشاره کرد که هر دو از اسیدهای چرب غیراشباع هستند (جدول ۱-۴).

بیشتر ترکیب روغن دانه گلرنگ را اسیدهای چرب ۱۸ کربنه تشکیل می‌دهند. روغن گلرنگ به طور متوسط حاوی ۱۴ درصد اسیداولئیک و ۷۶ درصد اسیدلینولئیک است. ارزش غذایی روغن گلرنگ به دلیل داشتن مقادیر اندک اسیدهای چرب اشباع شده (کمتر از ۱۰ درصد) و مقدار بالای اسیدچرب اشباع نشده (حدود ۹۰ درصد) بسیار مناسب است. میزان اسیدهای چرب اشباع شده روغن گلرنگ، از روغن زیتون (۱۵ درصد) کمتر است. بیشترین مقدار اسیدهای چرب اشباع شده در روغن‌های حیوانی، نخل روغنی و نارگیل وجود دارد. در بین گیاهان روغنی، کلزا با کمتر از ۷ درصد کمترین میزان اسیدهای چرب اشباع را دارد. روغن گلرنگ پایداری زیادی دارد و ثبات آن در دماهای کم تغییری نمی‌کند، به همین دلیل روغنی مناسب برای غذاهای فریزری به شمار می‌آید (ویز، ۱۹۷۱).

از سال ۱۹۹۵، ارقام گلرنگ با مقادیر زیاد اسیداولئیک در بازار جهانی اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده‌اند. روغن این ارقام حاوی ۸۰ - ۷۵ درصد اسیداولئیک است، که می‌توان آن را با روغن زیتون مقایسه کرد. اسیداولئیک به دلیل داشتن یک باند دوگانه دارای پایداری بیشتری در مقابل حرارت است و موجب افزایش دوام و عمر روغن می‌شود. واریته‌های گلرنگ با

اسیداولئیک زیاد در ایالات متحده آمریکا اصلاح شده‌اند و جایگاه مناسبی را در تجارت روغن‌های اشباع شده با یک باند دوگانه، مانند زیتون و کلزا پیدا کرده‌اند.

دانه گلرنگ حاوی ۱۸ - ۱۶ درصد پروتئین است که بعد از استخراج روغن، به ۲۴ درصد می‌رسد. کنجاله گلرنگ را به‌عنوان مکمل پروتئین با کیفیت مطلوب می‌توان مصرف کرد. کنجاله گلرنگ برای انواع دام و طیور نیز مناسب است.

جدول ۱-۴- ترکیب و درصد اسیدهای چرب مهم در انواع روغن‌ها

نام روغن	اسیدهای چرب اشباع	اسیداولئیک	اسید لینولئیک	اسید لینولئیک
کلزا	۷	۶۱	۲۱	۱۱
گلرنگ	۱۰	۱۴	۷۶	-
آفتابگردان	۱۲	۱۶	۷۱	۱
ذرت	۱۳	۲۹	۵۷	۱
زیتون	۱۵	۷۵	۹	۱
سویا	۱۵	۲۳	۵۴	۸
بادام زمینی	۱۹	۴۸	۳۸	-
پنبه دانه	۲۷	۱۹	۵۴	-
چربی گاو	۴۸	۴۹	۲	۱
نخل روغنی	۵۱	۳۹	۱۰	-
کره	۶۸	۲۸	۳	۱
نارگیل	۹۱	۷	۲	-

۲-۱- ریشه

گلرنگ دارای یک ریشه اصلی قوی با انشعابات جانبی متعدد نازک و افقی است. ریشه اصلی گلرنگ اغلب تا عمق ۲-۳ متری نفوذ می‌کند، ریشه‌های فرعی نیز در عمق ۳۰ سانتی‌متری خاکتجمع می‌یابند. عملیات زراعی باید به‌نحو انجام گیرد که ریشه به‌راحتی در خاک نفوذ کند و با کمترین مانع مواجه شود. رشد ریشه در صورت برخورد بالایه‌های سخت خاک کاهش می‌یابد و گاهی متوقف می‌شود. سیستم ریشه عمیق به این گیاه کمک می‌کند که آب و مواد غذایی را از اعماق و لایه‌های پایین‌تر خاک جذب کند (در مقایسه با دیگر گیاهان زراعی) و از این‌رو برای کشت در مناطق دیم، مطلوب است.

۲-۲- ساقه

ساقه گیاه گلرنگ محکم، استوانه‌ای و دارای شیارهای طولی خاکستری است. رشد طولی ساقه، به‌طور مستقیم با رقم و شرایط محیطی ارتباط دارد. گلرنگ در اوایل رشد رویشی وارد مرحله روزت^۱ (هشت برگ) می‌شود. گیاه گلرنگ در مرحله روزت از دمای ۷- تا دمای ۱۵- درجه سانتی‌گراد را به راحتی تحمل می‌کند. بعد از سپری شدن مرحله روزت، ساقه به‌سرعت طویل می‌شود و شاخه‌های فراوان پدید می‌آیند. شاخه‌دهی در گلرنگ اغلب از ۱۵-۲۰ سانتیمتری شروع می‌شود. نحوه شاخه‌دهی به تراکم گیاهی، تاریخ کاشت و شرایط محیطی بستگی دارد. عادت شاخه‌دهی در گلرنگ متأثر از ژنتیک و محیط است و به‌طور معمول با زاویه کمتر از ۳۰ درجه نسبت به ساقه تا بیش از ۷۵ درجه، طبقه‌بندی می‌شود. در گلرنگ، صفت شاخه‌دهی فشرده نسبت به حالت گسترده، مغلوب است (دئوکار و پاتیل، ۱۹۷۵، فرناندز-مارتینز و نولز، ۱۹۷۸ و سینگ، ۲۰۰۵). شاخه‌های اولیه، ثانویه و ثالثیه گلرنگ به یک غوزه منتهی می‌شود که توسط براکته‌ها احاطه شده است (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲- شاخه‌های اولیه، ثانویه و ثالثیه گلرنگ

گلرنگ دارای ارقام خاردار (شکل ۲-۲)، و بدون خار (شکل ۳-۲)، است. خارهای ساقه در مرحله غنچه‌دهی تشکیل شده و تا مرحله گلدهی سخت و محکم می‌شوند. در ارقام خاردار، ساقه و شاخه‌ها با برگ‌هایی که خارهای متعدد دارند، احاطه شده است. در گلرنگ صفت خاردار بودن بر بی‌خاری غالب است (پورداد، ۱۳۸۵).

۱- Rosette



شکل ۲-۲- رقم خاردار گلرنگ



شکل ۳-۲- رقم بدون خار گلرنگ

۲-۳- برگ

اولین برگ‌ها در گلرنگ در دورهٔ روزت و در قاعدهٔ ساقه تولید می‌شوند. در این مرحله نقطهٔ رشد گیاهچه‌های گلرنگ بوسیله لایه‌هایی از برگ‌های جوان از سرما محافظت می‌شود. اندازه و شکل برگ در ارقام و ژنوتیپ‌ها متفاوت است (شکل ۲-۴). طول برگ ۱۵ - ۱۰ سانتیمتر و پهنای آن بین ۵ - ۲/۵ سانتی‌متر است. برگ‌های زیرین اغلب دارای دندانه‌های عمیق و برگ‌های نزدیک غوزه، تخم‌مرغی هستند. خارهای موجود روی برگ‌ها و براکته‌ها تا مرحلهٔ گل‌دهی سخت و محکم می‌شوند. برگ‌های پایین‌تر به‌طور معمول کم‌خارند، اما تعداد خارها روی برگ‌های بالایی به رقم بستگی دارد و ممکن است از بدون خار تا بسیار خاردار متغیر باشد. آرایش برگ‌ها روی ساقه، مارپیچی است.



(ب)



(الف)

شکل ۲-۴- شکل برگ گلرنگ در مرحله روزت (الف) و در مرحله ساقه‌دهی (ج)

۲-۴- گل

گلرنگ، گل آذین کلاپرک دارد و هر گیاه غوزه‌های متعدد گل‌دهنده تولید می‌کند. هر غوزه از گل‌های متعددی تشکیل شده که تعدادشان بین ۲۰-۵۰ گل متغیر است. گل‌ها توسط براکته‌ها محصور شده‌اند. گلچه‌های داخل غوزه توسط کرک‌هایی احاطه شده است. گلبرگ‌ها در هر گلچه، یک لوله گل تشکیل می‌دهند (شکل‌های ۲-۵ و ۲-۶).



شکل ۲-۵- غوزه گلرنگ



شکل ۲-۶- غوزه و گلچه‌های گلرنگ

انتهای هر لوله گل به یک تخمدان ناقص منتهی می‌شود. همچنین داخل لوله گل، پنج پرچم به هم پیوسته مادگی و خامه را احاطه کرده‌اند. طول لوله گل به طور معمول ۳ - ۱/۸ سانتی‌متر و طول هر گلبرگ نیز حدود ۸/۵ - ۶/۵ میلی‌متر است. طول لوله پرچم ۷ - ۵ میلی‌متر است. خامه که توسط لوله پرچم احاطه شده، ۶ - ۵ میلی‌متر دورتر از نوک لوله پرچم قرار گرفته است. هر تخمدان در داخل گلچه به یک میوه فندقه (دانه) تبدیل می‌شود. در هر غوزه ۳۰ - ۱۵ دانه تشکیل می‌شود (شکل ۲-۷).



شکل ۲-۷- مقطع عرضی غوزه گلرنگ (اقتباس از منبع ۷۱)

گرده‌افشانی در حین خروج خامه و کلاله از لوله پرچم اتفاق می‌افتد. مادگی توانایی پذیرش دانه گرده را به مدت چند روز دارد (۲۰). دگرگشتی در گلرنگ بسته به نوع ژنوتیپ بین صفر تا ۵۹ درصد متغیر است (پوردوایی و امیدی، ۱۹۹۳).

دگرگشتی در لاین‌های نرعقیم ژنتیکی گلرنگ نیز، ۱۰۰ درصد گزارش شده و اختلافی در عملکرد دانه گیاهان نرعقیم و نربارور در شرایط گرده‌افشانی آزاد مشاهده نشده است (سینگ، ۱۹۹۶).

حشرات دانه‌گرده را منتقل می‌کنند و باد نقشی در انتقال آن ندارد. زنبورهای عسل، گل‌های گلرنگ را برای گرده و شهد سرکشی می‌کنند و مهم‌ترین نقش را در انتقال دانه‌گرده بر عهده دارند (یزدی صمدی و سعادت، ۱۳۵۷، یزدی صمدی، ۱۳۵۶ و احمدی و امیدی، ۱۹۹۷).

گل‌دهی در گلرنگ ۲۵-۳۰ روز طول می‌کشد که ابتدا گل‌های شاخه‌اولیه باز و سپس در شاخه‌های ثانویه و ثالثیه ادامه می‌یابد. گل‌دهی در هر غنچه از حاشیه، شروع می‌شود و به طرف مرکز ادامه می‌یابد و حدود ۵ - ۳ روز طول می‌کشد. رنگ گل در گلرنگ به‌طور کلی به چهار گروه طبقه‌بندی می‌شود:

- ۱- زرد در اوایل گل‌دهی، قرمز در زمان خشک شدن (شکل ۲-۸)؛
- ۲- زرد در اوایل گل‌دهی، زرد در زمان خشک شدن (شکل ۲-۹)؛
- ۳- رنگ نارنجی در اوایل گل‌دهی، قرمز تیره در زمان خشک شدن (شکل ۲-۱۰)؛
- ۴- سفید در اوایل گل‌دهی، سفید در زمان خشک شدن (شکل ۲-۱۱).



شکل ۲-۸- رنگ زرد گل در اوایل گل‌دهی، قرمز در زمان خشک شدن



شکل ۲-۹- رنگ زرد گل در اوایل گل‌دهی، زرد در زمان خشک شدن



شکل ۲-۱۰- رنگ نارنجی گل در اوایل گل‌دهی، قرمز در زمان خشک شدن



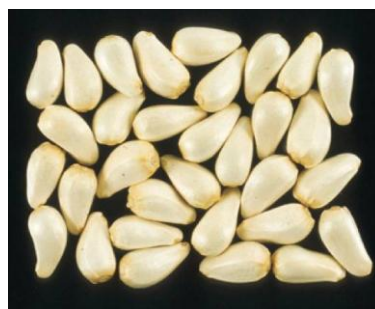
شکل ۲-۱۱- رنگ سفید گل در اوایل گل دهی، سفید در زمان خشک شدن

۲-۵- دانه

گلرنگ، دانه‌های سفید، خاکستری و صاف را که میوه‌ای است فندقه، تولید می‌کند. دانه ممکن است واجد یا فاقد پاپوس^۱ (رشته‌های باریک کرک‌مانند) باشد، شکل دانه چهار وجهی است و پوشش ضخیمی دارد. ارقام تجاری، ۳۵ - ۴۵ درصد پوسته، ۵۵ - ۶۵ درصد مغز و حدود ۴۰ - ۳۰ درصد روغن دارند. البته در دانه برخی ارقام گلرنگ زراعی، رگه‌هایی به رنگ خاکستری، قهوه‌ای و حتی سیاه نیز دیده می‌شود (شکل ۲-۱۲، الف تا ج).



(ب)



(الف)



(ج)

شکل ۲-۱۲- انواع دانه‌های گلرنگ، سفید رنگ (الف)، با رگه‌های قهوه‌ای (ب) و

دارای پاپوس (ج) (اقتباس از منبع ۷۱)

^۱-Papus

۱-۳- روابط ژنومی

۱-۱-۳- طبقه‌بندی گونه‌ها

جنس کارتاموس شامل ۲۵ گونه پراکنده در سراسر جهان است. در میان این ۲۵ گونه، فقط گونه تینکتوریوس در مناطق مختلف جهان کشت می‌شود (اشری و نولز، ۱۹۶۰، کومار و همکاران، ۱۹۸۱، پاتل و نارایانا، ۱۹۳۵ و ریچاریا و کوتوال، ۱۹۴۰). بر اساس تعداد کروموزوم، سیزده گونه جنس کارتاموس در چهار بخش به ترتیب شامل ۲۰، ۲۴، ۴۴ و ۶۴ کروموزوم گروه‌بندی شده‌اند، تعداد کروموزوم پایه در این جنس ۱۰ و ۱۲ است (اشری و نولز، ۱۹۶۰) و آنچنان‌که دارلینگتون و ویل (دارلینگتون و وایلی، ۱۹۵۶) گفته‌اند، ۸ و ۱۲ عدد نیست. اشری و نولز (۱۹۶۰) بخش‌هایی را به‌شرح زیر مطرح کرده‌اند.

۱- بخش I ($2n=24$): شامل گونه‌های یکساله کارتاموس، پالاستینیوس^۱ و اکسی‌کانتا^۲ (شکل ۱-۳) است. همه این گونه‌ها امکان تلاقی با یکدیگر را دارند و هیبریدهای بارور تولید می‌کنند که بیانگر جفت شدن زیاد کروموزوم‌ها و ارتباط نزدیک است (اشری و نولز، ۱۹۶۰). امکان انتقال طبیعی ژن بین تینکتوریوس و خویشاوندان وحشی کارتاموسوپالاستینیوس به‌دلیل مناطق و فصول مختلف رشد، بسیار بعید به‌نظر می‌رسد. گونه اکسی‌کانتا از شمال غرب هند تا عراق و گونه پالاستینیوس در جنوب فلسطین یافت می‌شود. این گونه‌ها منابع ژنتیکی بسیار خوبی برای تحمل به بیماری‌ها و آفات هستند. گلرنگ زراعی بیشتر در هند، برخی مناطق پاکستان، ایران، اردن، سوریه، ترکیه و فلسطین کشت می‌شود (اشری و نولز، ۱۹۶۰). گونه اکسی‌کانتا یکساله، پرشاخه و پرخار است و به‌عنوان جد وحشی گونه زراعی گلرنگ تلقی می‌شود (اشری و نولز، ۱۹۶۰، بامبر، ۱۹۱۶ و دشیانده، ۱۹۵۲).



شکل ۱-۳- گونه اکسی‌کانتا (*carthamusoxyacantha*)

۲- بخش II ($2n=20$): شامل گونه‌های الکساندرینوس^۳ و تنیوس^۴، سیریاکوس^۵ و گلائیوکوس^۶ (شکل ۲-۳)

می‌شود.

-
- ۱- *C. palaestinus*
 - ۲- *C. oxyacantha*
 - ۱- *C. alexandrinus*
 - ۴- *C. tenuis*
 - ۳- *C. syriacus*
 - ۴- *C. glaucus*



شکل ۳-۲- گونه گلابوکوس (*Carthamus glaucus*)

همه این گونه‌ها در شرق دریای مدیترانه یافت می‌شوند. این گونه‌ها، گل‌های آبی یا صورتی تولید می‌کنند و سه گونه ابتدایی، ریخت‌شناسی مشابهی دارند. گونه گلابوکوس با دیگر گونه‌ها تفاوت دارد. گونه‌های دیگر این گروه شامل بویسی‌یری^۱، دنتاتوس^۲ و لیوکوکایولوس^۳ هستند. اشری و نولز (۱۹۶۰) نشان دادند که خویشاوندی نزدیکی بین گونه‌های بخش‌های I و II وجود ندارد. هیبریدهای مصنوعی بین گونه‌های دو بخش به‌سهولت حاصل می‌شود. ولی همه هیبریدها عقیم‌اند که نشان می‌دهد جفت شدن بین کروموزوم‌ها بسیار کم اتفاق می‌افتد. بنابراین تبادلات ماده ژنتیکی بین این دو بخش رخ نداده است.

۳- بخش III ($2n=24$): فقط گونه لاناتوس^۴ (شکل ۳-۳) با ۲۲ جفت کروموزوم را شامل می‌شود. این گونه به‌طور طبیعی در پرتغال، اسپانیا، مغرب و ترکیه وجود دارد. در ابتدا فرض می‌شد که این گونه حاصل هیبریداسیون گونه‌های بخش I و II به همراه دو برابر شدن کروموزوم‌هاست. اما تلاقی این گونه با گونه‌های بخش I، جفت شدن اندکی را بین کروموزوم‌ها نشان داد که بیانگر این امر بود که گونه‌های بخش I، جد گونه لاناتوس نیستند. البته گونه لاناتوس جفت شدگی خوبی را با کروموزوم‌های بخش II نشان داد که بیانگر این موضوع بود که برخی از گونه‌های بخش II با ۱۰ جفت کروموزوم لاناتوس ارتباط دارند (اشری و نولز، ۱۹۶۰).



شکل ۳-۳- گونه لاناتوس (*Carthamus lanatus*)

۴- بخش IV ($2n=64$): شامل دو گونه بایتیکوس^۵ و ترکستانیکوس^۶ است که دارای ۳۲ بی‌والنت در مرحله متافاز اول اول است که نشان می‌دهد یک آلوهمگزاپلوئید با سه ژنوم مختلف، یک ژنوم ۱۲ کروموزومی و دو ژنوم غیرهمولوگوس ۱۰ کروموزومی است. دورگ بین بایتیکوس و لاناتوس جفت شدن کامل ۲۲ کروموزوم را نشان می‌دهد، که بیانگر این است که

۵- *C. boissieri*
 ۶- *C. dentatus*
 ۷- *C. leucocaulos*
 ۴ - *C. lanatus*
 ۵- *C. baeticus*
 ۶- *C. turkestanicus*

گونه لاناتوس (یا یک گونه بسیار نزدیک به آن) یکی از اجداد بایتیکوس است (اشری و نولز، ۱۹۶۰). گونه گلاکوس با ۲۰ کروموزوم، جد ترکستانیکوس محسوب می‌شود. گونه بایتیکوس در شرق مدیترانه، شمال آفریقا و اسپانیا پراکنده شده است. گونه ترکستانیکوس در غرب آسیا، شرق کشمیر و اتیوپی یافت می‌شود. این گونه، تعداد ۲۲ جفت کروموزوم مشترک با گونه بایتیکوس دارد و همچنین دارای دانه گرده سفید است و تشابه آن به گونه لاناتوس در تریس^۱ نشان می‌دهد که تبادل ژنی چشم‌گیری بین دو گونه انجام گرفته است (خیدیر و نولز، ۱۹۷۰).

۵- گونه‌های کارتاموس با $2n=22$: گونه دیواریکوتوس^۲ تنها گونه‌ای است که با ۱۱ جفت کروموزوم در مناطق بسیار محدود لیبی یافت می‌شود (نولز، ۱۹۸۸) که گل‌های زرد، بنفش یا سفید با دانه گرده زرد رنگ تولید می‌کند. این گونه خودناسازگار است و به‌سہولت با گونه‌های دارای ۱۰ جفت کروموزوم ترکیب می‌شود، اما هیبریدهای به‌نسبت بارور تولید می‌کند. این گونه با گلرنگ زراعی نیز ترکیب می‌شود، ولی نتاج عقیم تولید می‌کند.

۶- دیگر گونه‌های کارتاموس با $2n=24$: گونه‌های آربورسنز^۳ و کایرولیوس^۴، هر کدام، ۱۲ جفت کروموزوم و مشخصات ریخت‌شناسی متفاوتی دارند و با هیچ کدام از گونه‌های دیگر کارتاموس ترکیب نمی‌شوند (اشری و نولز، ۱۹۶۰). بنابراین در هیچ کدام از چهار بخش دیگر گروه‌بندی نمی‌شوند. گونه آربورسنز در جنوب اسپانیا و برخی مناطق شمال آفریقا یافت می‌شوند. گونه ریفاروس^۵ با ۱۲ جفت کروموزوم از نظر ریخت‌شناسی خویشاوندی نزدیکی با گونه آربورسنز دارد (اشری و نولز، ۱۹۶۰). این گونه در منطقه کوچکی از شمال مغرب یافت می‌شود.

گونه نیتیدوس که پیشتر با ۱۰ جفت کروموزوم توسط اشری و نولز (اشری و نولز، ۱۹۶۰) طبقه‌بندی شده بود، با ۱۲ جفت کروموزوم طبقه‌بندی مجدد شد (لوپر-گونزالس، ۱۹۹۰). این گونه به‌دلیل جداسازی آن از دیگر گونه‌های دیگر، در بخش مجزایی گروه‌بندی شده است.

۳-۱-۲- طبقه‌بندی مجدد جنس کارتاموس

لوپر-گونزالس (۱۹۹۰) سیستم طبقه‌بندی جدیدی را در جنس کارتاموس بر اساس مشخصات آناتومیکی، توزیع جغرافیایی و اطلاعات بیوسیتیمیک پیشنهاد کرد. در طبقه‌بندی جدید، جنس کارتاموس و کاردونسوس^۶ همراه با دو جنس جدید فونوس^۷ و لاموته^۸ گروه‌بندی می‌شوند. گونه‌های متناظر فونوس، لاموته، کارتاموس و کاردونسوس به‌ترتیب آربوسکنز، کاریولس، تینکتوریوس و مانسپلینیوم^۹ هستند. گونه‌های فونوس، لاموته و کاردونسوس به‌طور طبیعی چندساله‌اند و ۲۴ کروموزوم دارند، البته جنس کارتاموس یک ساله است و گونه‌هایی با ۲۰، ۲۲، ۲۴، ۴۴ و ۶۴ کروموزوم دارد و شامل گونه‌های آلپلی‌پلویید متنوع است.

توزیع جغرافیایی جنس‌های دوباره طبقه‌بندی شده نشان می‌دهد که فونوس در اسپانیا، پرتغال و شمال آفریقا، لاموته در مناطق غربی مدیترانه، کارتاموس در غرب آسیای مرکزی و همچنین مناطق مدیترانه‌ای و جنس کاردونسوس در اروپای غربی، شمال آفریقا، مصر و فلسطین توزیع شده است. جنس جدید کارتاموس به سه بخش زیر تقسیم می‌شود:

۱- Thrace

۲- *C. divaricatus*

۳- *C. arborescens*

۴- *C. caeruleus*

۵- *C. ripharus*

۶- *Carduncellus*

۷- *Phonus*

۸- *Lamottea*

۹- *C. monspeliensis*

۱- بخش کارتاموس: دارای ۲۴ کروموزوم و شامل گونه‌های کاردیکوس^۱، گیپسی کولا^۲، اکسیاکانتوس، پالستینیوس، پرسیکوس^۳ (شکل ۳-۴) و تینکتوریوس است. کارتاموس پرسیکوس با گل‌های زرد علف هرز مهمی در سوریه، لبنان و ترکیه به‌شمار می‌آید. گروه نیتیدوس با ۲۴ کروموزوم همراه با گونه‌های بالا جای سؤال دارد، بنابراین از دیگر جنس‌ها تفکیک و در بخش جداگانه‌ای طبقه‌بندی شده است.



شکل ۳-۴- گونه پرسیکوس (*Carthamus persicus*)

۲- بخش ادونتائگناتیوس^۴: دارای ۲۲ - ۲۰ کروموزوم و شامل گونه‌های بویسیروس، دنتاتوس، دیواریکانتوس (۲n=۲۲)، گلاکوس، لیوکوکالوس و تینوس است.

۳- بخش آتراکتیلیس^۵: دارای n=۱۱ کروموزوم با تعدادی پلی‌پلوئید شامل گونه‌های لاناتوس، کرتیکوس^۶ و ترکستانئوس است.

۳-۱-۳- طبقه‌بندی مولکولی جنس کارتاموس

جنس کارتاموس در طبقه‌بندی مولکولی به دو بخش زیر تقسیم می‌شود (ویلاترسانا و همکاران، ۲۰۰۵):

۱- بخش کارتاموس: این بخش شامل همان گونه‌هایی است که توسط گونزالس (۱۹۹۰) پیشنهاد شده است.

۲- بخش آتراکتیلیس: این بخش، شامل بخش‌های آتراکتیلیس، لپیدوپاپوس^۷ و ادونتائگناتیوس است که در طبقه‌بندی هانلت (۱۹۶۳) پیشنهاد شده و مطابق با جنس قدیمی کنتروفیلوم^۸ است. تنها نقطه بحث‌انگیز در این بخش وجود گونه نیتیدوس است که دارای n=۱۲ کروموزوم است، در حالی که دیگر اعضای این بخش n=۱۰ و n=۱۱ کروموزوم دارند.

۱- *C. curdicus*
 ۲- *C. gypsicola*
 ۳- *C. persicus*
 ۴- *Odontagnathus*
 ۵- *Atractylis*
 ۶- *C. creticus*
 ۷- *Lepidopappus*
 ۸- *Kentrophyllum*

۳-۲- سیتوژنتیک کلاسیک

سیتولوژی کارتاموس در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ به‌طور گسترده توسط نولز و همکاران وی بررسی شد (اشری و نولز، ۱۹۶۰، استیلای، ۱۹۷۷، هانت، ۱۹۶۱، هاروی و نولز، ۱۹۶۵، خیدیر و نولز، ۱۹۷۰، شانگ و نولز، ۱۹۶۴). البته بیشتر این بررسی‌ها برای تعیین تعداد کروموزوم‌ها در گونه‌های مختلف و تعیین جفت شدن کروموزوم‌ها در تلاقی‌های بین گونه‌ای، برای بررسی روابط خویشاوندی انجام گرفته است (۹۷). در این تلاش‌ها به‌طور کلی، ژن‌ها به کروموزوم‌ها نسبت داده نشده‌اند، ولی استیلای و نولز (۱۹۸۰) یک تریسومی اولیه و ثانویه را در نتاج یک گیاه تری پلوئید آزاد گرده‌افشان، شناسایی کردند و از آن برای نسبت دادن ژن‌ها به کروموزوم‌ها در گلرنگ استفاده کردند.

شناسایی کروموزوم‌های اضافی احتمالاً به‌دلیل کروموزوم‌های به‌نسبت کوتاه، غیرممکن بود (نولز و شانک، ۱۹۶۴). اگرچه این انیوپلوئیدهایی که گزارش شدند مورفولوژی متفاوتی با گیاهان دیپلوئید داشتند، هیچ تلاشی برای نسبت دادن این اختلافات مورفولوژیکی به کروموزوم‌های اضافی موجود انجام نگرفت. نتاج حاصل مشخص کرد که گیاهان آزاد گرده‌افشان، پس‌زمینه ژنتیکی متفاوتی داشتند (نولز و شانک، ۱۹۶۴). کروموزوم‌های غیر جنسی گونه نیتیدوس مشابه گلرنگ زراعی بود، جز اینکه مشخص شد ست-کروموزوم^۱ این گونه، بزرگ‌تر است.

کومار و همکاران (۱۹۸۱) سه ست-کروموزوم در گلرنگ زراعی شناسایی کردند، در حالی که نولز و شانک (۱۹۶۴) یکی را گزارش کرده بودند. کومار و همکاران (۱۹۸۱) تجزیه کاریوتایپ مفصلی را شامل اندازه‌گیری طول و نسبت بازو برای تشخیص هموزیگوت‌های جابه‌جا شده در گلرنگ انجام دادند. نتایج این تحقیقات، کمک فراوانی به برنامه‌های اصلاحی گلرنگ در استفاده بهینه از صفات مطلوب گونه‌های وحشی کرد و ژن‌های تحمل به خشکی و بیماری لکه‌برگی از گونه‌های وحشی به گونه‌های زراعی گلرنگ انتقال داده شد.

۴-۱- مراحل نمو

مراحل نمو گیاه گلرنگ از تلفیق چند مقیاس و مرجع (خواجeh پور، ۱۳۸۳؛ موندل و روت، ۱۹۹۲ و امونگر، ۲۰۱۰) برداشت شده است و توضیحات هر مرحله به همراه تصاویر آن در ذیل ارائه شده است. مراحل نمو گیاه گلرنگ به طور خلاصه در شکل ۶-۱ نشان داده شده است و در ادامه هر مرحله به تفکیک شرح داده می شود.



شکل ۴-۱- برخی از مراحل نمو گیاه گلرنگ

۴-۱-۱- سبز شدن: جوانه زنی بذر گلرنگ بسته به دما و رطوبت خاک بین ۵ تا ۱۰ روز طول می کشد و طول مدت آن بستگی زیادی به دمای محیط دارد. پس از جوانه زنی اولین مرحله نمو گیاه گلرنگ "سبز شدن" آغاز می شود (شکل ۴-۲) و سبز شدن را زمانی ثبت می کنند که لپه ها (برگ های کوتیلدون) در ۵۰ درصد از نقاط کاشت از خاک بیرون آمده، از یکدیگر کاملاً جدا و به حالت افقی قرار گرفته باشند (موندل و همکاران، ۱۹۹۲). پس از مرحله سبز شدن و ظهور برگ های کوتیلدونی، ظهور برگ های حقیقی در گیاه آغاز می شود که به عنوان مثال مرحله دو برگگی گیاه گلرنگ در شکل ۴-۳ نشان داده شده است.



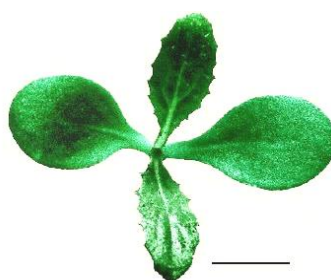
مرحله سبز شدن (گیاهچه ای)

مرحله سبز شدن (گیاهچه ای)

مرحله دو برگگی



شکل ۴-۲- مرحله سبز شدن (کوتیلدونی یا گیاهچه‌ای) و دو برگ در گیاه گلرنگ (امونگور، ۲۰۱۰)



شکل ۴-۳- مرحله دو برگ در گیاه گلرنگ (امونگور، ۲۰۱۰)

۴-۱-۲- روزت: بعد از مرحله سبز شدن مرحله "روزت" قرار دارد که در طی آن تعدادی برگ در نزدیکی سطح خاک به صورت افقی به وجود می‌آید و ریشه اصلی توسعه می‌یابد (شکل ۴-۴). مرحله روزت بعد از ۲۰ تا ۳۹ روز پس از مرحله سبز شدن روی می‌دهد و طول مرحله روزت براساس شرایط اقلیمی (درجه حرارت و فتوپریود)، ژنوتیپ و تیپ رشد گیاه بسیار متغیر است (امونگر، ۲۰۱۰). افزایش طول روز از ۱۰ به ۱۴ ساعت سبب کوتاه‌تر شدن دوره روزت از ۳۹ به ۲۳ روز در ارقام گلرنگ می‌شود (ویس، ۱۹۷۱).



شکل ۴-۴- مرحله روزت در گیاه گلرنگ (امونگور، ۲۰۱۰ و فلمر و همکاران، ۲۰۱۵)

۴-۱-۳- ساقه‌رفتن یا طول شدن ساقه: بعد از مرحله روزت، ساقه به سرعت طولی شده، رشد طولی میان‌گره‌ها آغاز می‌شود و گیاه به ساقه می‌رود (شکل‌های ۴-۵، ۴-۶ و ۴-۷). زمان "ساقه رفتن یا طول شدن ساقه" با مشاهده اولین میان‌گره به طول یک سانتی‌متر مشخص می‌شود (امونگر، ۲۰۱۰ و خواجه‌پور، ۱۳۸۳).



شکل ۴-۵- مرحله آغاز طویل شدن ساقه (فلمر و همکاران، ۲۰۱۵)



شکل ۴-۶- مرحله طویل شدن ساقه با ۹ میانگره قابل مشاهده در گیاه گلرنگ (فلمر و همکاران، ۲۰۱۵)



شکل ۴-۷- چند هفته بعد از آغاز مرحله طویل شدن ساقه در گیاه گلرنگ (فلمر و همکاران، ۲۰۱۵)

۴-۱-۴- شاخه‌دهی: پس از مرحله طویل شدن ساقه، مرحله "شاخه‌دهی" است که در این مرحله شاخه‌دهی توسعه می‌یابد (شکل ۴-۸). زاویه شاخه‌ها بین ۳۰ تا ۷۰ درجه است و تحت تأثیر عوامل محیطی می‌باشد (داجو و موندل، ۱۹۹۶).



شکل ۴-۸- مرحله شاخه‌دهی در گیاه گلرنگ (امونگور، ۲۰۱۰ و فلمر و همکاران، ۲۰۱۵)

۴-۱-۵- **رویت طبق یا تکمه‌دهی:** انتهای ساقه اصلی و هر شاخه فرعی گیاه گلرنگ به یک طبق کروی (گل آذین یا تکمه) که توسط برگچه‌هایی (براکته‌ها) پوشیده شده‌اند متصل می‌باشد (شکل ۴-۹). در مرحله تکمه‌دهی، نهنج گل آذین به قطر حدود ۵ میلی‌متر قابل تشخیص بوده و بدین ترتیب پیدایش تکمه در رأس ساقه اصلی در ۵۰ درصد از بوته‌ها را مرحله "رویت طبق یا تکمه‌دهی" می‌نامند (خواجه‌پور، ۱۳۸۳). لازم به ذکر است که طی دوران رشد طولی ساقه تا گل‌دهی، شاخه‌های جانبی گیاه تشکیل شده و در انتهای هر ساقه فرعی (شاخه‌های فرعی) نیز یک طبق بوجود می‌آید.



شکل ۴-۹- مرحله رویت طبق (تکمه‌دهی) در گیاه گلرنگ (فلمر و همکاران، ۲۰۱۵)

۴-۱-۶- **گل‌دهی:** تداوم رشد طبق یا تکمه‌ها به مرحله گل‌دهی می‌انجامد. گل‌دهی از طبق اصلی (ساقه اصلی) آغاز شده و سپس به طبق‌های فرعی می‌رسد (شکل ۴-۱۰). بنابراین مرحله گل‌دهی در ۵۰ درصد طبق‌های موجود در مزرعه مشخص می‌شود. شروع گل‌دهی با خروج اولین گل‌ها در ۵۰ درصد از طبق‌های اصلی و گل‌دهی کامل با خروج گل‌ها در بیش از ۹۵ درصد طبق‌های موجود تعیین می‌شود (شکل ۴-۱۱). لازم به ذکر است که شروع گل‌دهی در هر طبق از خارجی‌ترین حلقه گل‌های طبق آغاز شده و به سمت مرکز (وسط) طبق تداوم می‌یابد. طول دوره گل‌دهی بسته به تراکم گیاهی، وارسته و رطوبت، حدود ۲۱ - ۱۴ روز طول می‌کشد. گل‌دهی گلرنگ از انتهای ساقه مرکزی شروع می‌شود و به طرف خارج گسترش می‌یابد و در هر طبق ۳۰ - ۱۵ دانه یا بیشتر تشکیل می‌شود.



شکل ۴-۱۰- مرحله غنچه و آغاز گل‌دهی (سمت راست) و گل‌دهی (سمت چپ) در گیاه گلرنگ



شکل ۴-۱۱- گل‌دهی کامل در گیاه گلرنگ

۴-۱-۷- رسیدگی فیزیولوژی: براساس شکل ۴-۱۲ زمان رسیدگی فیزیولوژی هنگامی است که طبق‌ها زرد شده و فقط آثار سبزی روی براکته‌ها مشاهده می‌شود (خواجه‌پور، ۱۳۸۳). رسیدگی در حدود ۳۵ - ۳۰ روز بعد از گل‌دهی اتفاق می‌افتد و دو هفته یا بیشتر، برای خشک شدن محصول به‌منظور برداشت، زمان لازم است.

۴-۱-۸- رسیدگی کامل: در مرحله رسیدگی کامل ۷۵ درصد طبق‌ها کاملاً قهوه‌ای شده و دانه‌ها به سهولت از طبق جدا می‌- شوند (شکل ۴-۱۳). گلرنگ طی ۴ تا ۵ هفته پس از گل‌دهی و در حدود ۲ هفته پس از رسیدگی فیزیولوژی به مرحله رسیدگی کامل می‌رسد و آماده برداشت است (خواجه‌پور، ۱۳۸۳).

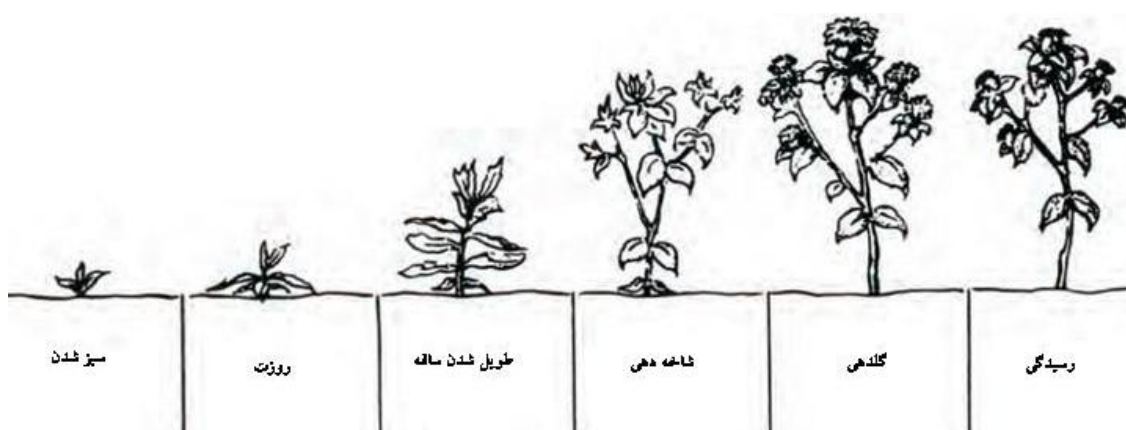


شکل ۴-۱۲- گیاه گلرنگ در زمان رسیدگی فیزیولوژی (فلمر و همکاران، ۲۰۱۵)



شکل ۴-۱۳- گیاه گلرنگ در زمان رسیدگی کامل (فلمر و همکاران، ۲۰۱۵)

در شکل ۴-۱۴ نیز مراحل نموی اصلی در گیاه گلرنگ با استفاده از روش موندل و روت (۱۹۹۲) در یک طراحی ساده نشان داده شده است.



شکل ۴-۱۴- مراحل نموی اصلی گیاه گلرنگ

۴-۲- نیازهای اکولوژیک گلرنگ

۴-۲-۱- نور

گلرنگ گیاهی روزخشی است، ولی طول روز کوتاه می‌تواند مرحله روزت آن را طولانی کند. درجه حرارت به اندازه طول روز، اهمیت دارد. برای شروع گل‌دهی، گلرنگ به ۱۴ ساعت روز نیاز دارد. گیاهچه گلرنگ به درجه حرارت‌های پایین مقاوم است.

۴-۲-۲- رطوبت

گلرنگ در مراحل اولیه رشد، یعنی زمانی که گیاه خیلی گوشتی و آبدار است، به رطوبت کافی نیاز دارد. بعد از ۶۰ - ۵۰ روز، رشد انتهایی بوته خاتمه می‌یابد، ولی شاخه‌ها تا مدتی به رشد خود ادامه می‌دهند. سپس برگ‌ها ضخیم و خاردار می‌شوند و به این ترتیب، تعرق را تنظیم می‌کنند، بنابراین مصرف آب در مراحل بعدی رشد کمتر می‌شود. به دلیل این ویژگی، علی‌رغم کمبود رطوبت، این گیاه به‌طور کامل از بین نمی‌رود و حتی در سبک‌ترین نوع خاک‌ها و شرایط خشکی بسیار شدید نیز محصول تولید می‌کند (پاتیل، ۱۹۸۷).

گلرنگ فقط در مراحل اولیه رشد، تحمل خوبی در مقابل رطوبت نسبی زیاد هوا نشان می‌دهد. طی مرحله گرده‌افشانی، واکنش گلرنگ به رطوبت نسبی هوا، همانند واکنش به درجه حرارت است، یعنی که با افزایش رطوبت نسبی هوا در دوره گرده‌افشانی، درصد گل‌های بارور شده کاهش می‌یابد. زیاد بودن رطوبت نسبی هوا، آثار منفی درجه حرارت زیاد بر تشکیل دانه را تشدید می‌کند. بسته به بافت خاک، در صورتی که عمق سفره آب زیرزمینی ۹۰ - ۶۰ سانتی‌متر باشد و خاک شور نباشد، گلرنگ می‌تواند از رطوبتی که به سطح می‌آید استفاده کند.

۴-۲-۳- دما

حداقل دما برای جوانه‌زنی گلرنگ ۵ درجه سانتی‌گراد و بهترین دما برای رشد گیاهچه‌ها ۲۰ - ۱۵ درجه سانتی‌گراد است. حرارت مطلوب برای رشد گلرنگ ۲۵ - ۲۰ درجه و دمای مناسب برای گل‌دهی ۳۲ - ۲۴ درجه سانتی‌گراد است (ویس، ۲۰۰۰). درجه حرارت‌های بیشتر، به کاهش وزن دانه و روغن آن منجر می‌شود و بر ترکیب روغن تأثیر می‌گذارد. دما و رطوبت زیاد عملکرد دانه را به شدت کاهش می‌دهد.

بهترین دمای بستر خاک برای جوانه‌زنی سریع حدود ۱۳ - ۸ درجه سانتی‌گراد است. در صورت فراهم بودن رطوبت کافی در خاک، گلرنگ از درجه حرارت زیاد تابستان آسیب نخواهد دید. در چنین شرایطی گیاه می‌تواند در دوره گل‌دهی تا دمای ۴۳ درجه سانتی‌گراد را بدون آثار منفی محسوس تحمل کند. به همین دلیل گلرنگ را گیاهی مقاوم به گرما دانسته‌اند. حرارت زیاد همراه با تنش خشکی، آسیب‌دیدگی گیاه را تشدید می‌کند، در حالی که وجود رطوبت کافی در خاک، آثار گرمای شدید را تعدیل می‌کند. به‌طور کلی، گیاهچه‌های گلرنگ در دمای کم در مقایسه با دیگر دانه‌های روغنی تحمل بیشتری دارند و در زمان گل‌دهی نیز مقاومت زیادی به دمای زیاد دارند و تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کنند (انارکی، ۱۳۸۰).

۴-۲-۴- خاک

گلرنگ در انواع زیادی از خاک‌ها، از سبک تا سنگین کشت می‌شود. با وجود این، در خاک‌های با عمق متوسط تا زیاد به شرط زهکشی خوب و قابلیت نگهداری رطوبت به‌خوبی به‌عمل می‌آید (آلیاری و شکاری، ۱۳۷۹). گلرنگ در

خاک‌های عمیق و حاصلخیز، با زهکشی خوب و واکنش خنثی با موفقیت بسیار در استرالیا کشت می‌شود. خاک‌هایی که بافت متوسط دارند، برای کشت آبی و خاک‌های سیاه با بافت سنگین برای دیم مناسب‌ترند. خاک‌های اسیدی امکان آلودگی به پوسیدگی فوزاریومی ریشه (ر.ک. فصل هشتم)، را افزایش می‌دهند. گلرنگ در خاک‌های ماندابی رشد مناسبی ندارد، بنابراین از کشت گلرنگ در زمین‌های پست باید خودداری کرد، زیرا خاک‌های ماندابی این گیاه را مستعد پوسیدگی و پژمردگی می‌کند. این گیاه به شوری مقاوم است و در مقایسه با دیگر گیاهان زراعی، محصول رضایت‌بخشی تولید می‌کند. با وجود این، ارقام موجود گلرنگ از سطوح متوسط شوری تاثیر منفی می‌گیرند و در نتیجه عملکرد و مقدار روغن کاهش می‌یابد (ویس، ۲۰۰۰).

به‌طور کلی خاک‌های لومی‌شنی، زهکشی‌شده، عمیق و حاصلخیز، بیشترین عملکرد را تولید می‌کنند. در خاک‌های رسی، سله‌بستن ممکن است جوانه‌زنی و تعداد گیاهچه‌ها را کاهش دهد. مقدار بذر مصرفی باید در این خاک‌ها، بیش از حد معمول باشد (هنینگ و همکاران، ۱۹۹۲).

۵-۱- انواع تنش‌های محیطی

تنش‌های محیطی نتیجه روند غیرعادی فرایندهای فیزیولوژیکی است که از تاثیر یک یا چند عامل زیستی و محیطی حاصل می‌شود. واکنش در برابر تنش خشکی متفاوت است. در بعضی موارد، گیاه زراعی به‌رغم خسارت‌های ناشی از تنش، زنده می‌ماند و گاهی به‌دلیل صدمه وارد بر مریستم آسیب‌پذیر می‌شود. توانایی گیاه زراعی برای زنده ماندن و ادامه رشد در زمان وقوع شرایط محیطی نامناسب، بقای آن را تضمین می‌کند. در شرایط تنش، اغلب تغییرات زیادی در رشد و نمو گیاه ایجاد می‌شود، اما شدت تحمل و آسیب ناشی از آن به مرحله رشد و نمو گیاه بستگی دارد. تنش‌های محیطی به دو گروه زیستی و غیرزیستی تقسیم می‌شوند. تنش‌های خشکی، شوری و سرما از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی هستند.

۵-۲- تنش خشکی

از نظر زراعی، خشکی وضعیتی است که گیاه به‌علت کمبود رطوبت نتواند عملکرد اقتصادی تولید کند. به‌عبارت دیگر، خشکی دوره‌ای را شامل می‌شود که در آن بارندگی یا آبیاری کمتر از تبخیر و تعرق باشد. تحمل گلرنگ به خشکی و سازگاری آن با شرایط کم‌آبی بسیار زیاد است، به همین دلیل، مناسب کشت در نواحی خشک و نیمه‌خشک است. گلرنگ در صورتی که رطوبت کافی در خاک وجود داشته باشد، به آن واکنش مثبت نشان می‌دهد و عملکرد آن افزایش چشمگیری پیدا می‌کند. دستیابی به عملکرد زیاد در مناطق کم باران، فقط با آبیاری تکمیلی مزرعه امکان‌پذیر است.

دلیل اصلی تحمل به خشکی در گلرنگ، در ارتباط با خصوصیات ویژه ریشه این گیاه است (ر.ک. فصل دوم). گلرنگ در مقایسه با آفتابگردان، کتان و سویا نسبت به شرایط خشکی سازگارتر است (رحمان و اخترزمان، ۲۰۰۱). در پژوهشی، متوسط و حداکثر عمق ریشه گلرنگ بیشتر از لوبیا، نخود، سویا، کلزا، گندم بهاره و آفتابگردان تعیین شد. در ضمن، معلوم شد که از بین این گیاهان زراعی، فقط آفتابگردان در مقایسه با گلرنگ از آب، بیشتر استفاده می‌کند، ولی گلرنگ به‌دلیل عمق و نوع سیستم ریشه نسبت به دیگر گیاهان یادشده قادر به جذب آب بیشتر از اعماق زیرین خاک است (مریل و همکاران، ۲۰۰۱).

توان جذب آب گلرنگ از خاک، بیشتر از گندم و جو است، اما بازده مصرف آب در گلرنگ کمتر است. به‌طور کلی مقاومت گلرنگ به خشکی، مشابه گندم و جو است. این ویژگی سبب استفاده از آبیاری‌های سبک به‌جای آبیاری‌های سنگین که در سایر گیاهان مرسوم است، می‌شود. در پاکستان، هنگامی که گلرنگ بعد از برنج کشت شد، با استفاده از رطوبت موجود در خاک، عملکرد دانه به حدود ۱۴۹۲ کیلوگرم در هکتار رسید. گلرنگ اگر در تناوب با گیاهان علوفه‌ای و پنبه آبی قرار گیرد، می‌تواند از رطوبت اعماق زمین استفاده کند. دفعات آبیاری و مقدار آب

مورد نیاز گلرنگ به شرایط نفوذپذیری خاک، زهکشی و سیستم توسعه ریشه بستگی دارد. برای مثال در خاک‌های شنی مقدار آب در آبیاری گلرنگ در طول دوره رشد همانند دیگر گیاهان زراعی در همان منطقه است. در خاک‌هایی با زهکشی کم، آبیاری‌های اولیه بسیار مهم است.

گلرنگ کشت شده در پاییز، آب مورد نیاز خود را از برف و باران تأمین می‌کند و از این رو مقدار آب کمتری برای تولید عملکرد اقتصادی لازم دارد. گلرنگ در مرحله ریزش در برابر کمبود آب مقاوم است و شرایط خشکی در این زمان تأثیر چندانی بر رشد و عملکرد دانه ندارد. با وجود این، پس از خروج از مرحله نموی ریزش، به تدریج به تنش رطوبتی خاک حساس می‌شود و از زمان پیدایش اولین آثار تشکیل گل‌آذین (حدود ۲ هفته قبل از مرحله غوزه‌دهی) تا اواسط مرحله پر شدن دانه، به تنش رطوبتی حساس است. مرحله رشد زایشی گلرنگ، یکی از مراحل حساس نسبت به آبیاری است. مانند گیاهان زراعی دیگر تأثیر سوء تنش خشکی بر عملکرد دانه در مراحل اولیه رشد زایشی بیش از دیگر مراحل رشد است (هابی و همکاران، ۱۹۸۲).

کمبود آب بعد از مرحله ریزش تا گل‌دهی، موجب کاهش ارتفاع بوته، تغییر رنگ برگ‌ها، کم شدن دوام سطح برگ، کاهش تعداد غوزه در بوته می‌شود (ویس، ۲۰۰۰). تنش خشکی در مرحله گل‌دهی ممکن است، تعداد دانه در غوزه و وزن هزار دانه و در نهایت کاهش عملکرد دانه و روغن را سبب شود (نادری و همکاران، ۱۳۸۴ و آبل، ۱۹۷۶). تنش شدید خشکی در مرحله پر شدن دانه نیز به اختلال در توسعه مغز دانه می‌انجامد (امیدی، ۱۳۸۸). گلرنگ ممکن است مقدار زیادی از رطوبت خاک را جذب کند، اما در شرایط غرقابی حتی برای چند ساعت هم نمی‌تواند در آب و هوای گرم زنده بماند (در بیش از ۲۰ درجه سانتی‌گراد) که این موضوع، اغلب به علت ایجاد شرایط غیرهوازی (خفگی) و توسعه بیماری‌های خاکری مانند فیتوفتورا و پیتوم است (موندل و همکاران، ۸۴).

۵-۳- تنش شوری

تنش شوری یکی از عوامل اصلی کاهش قابلیت اراضی در تولید محصولات کشاورزی است. ایران از نظر اقلیمی در زمره مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. از ویژگی‌های این نوع مناطق می‌توان به تبخیر زیاد و بارش‌های جوی اندک و پراکنده اشاره کرد که می‌تواند تجمع املاح مختلف در قشر سطحی خاک را منجر شود. در خاک‌های شور، هدایت الکتریکی (EC) عصاره اشباع در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد از ۴ میلی‌موس بر سانتی‌متر (دسی‌زیمنس بر متر) بیشتر است. pH خاک‌های شور، اغلب کمتر از ۸/۵ است. در چنین خاک‌هایی به‌طور معمول سدیم ۱۵ درصد ظرفیت تبادل کاتیونی را اشغال می‌کند.

آستانه خسارت شوری برای گیاهان مختلف و مراحل رشدی آنها متفاوت است. گلرنگ در گروه گیاهان مقاوم به شوری قرار می‌گیرد. مقاومت گلرنگ به شوری خاک در شرایط فاریاب از جو، پنبه و چغندر قند کمتر، ولی از سورگوم بیشتر است. در شرایط دیم، حساسیت آن به شوری شبیه جو است. گیاهان اغلب در یک مرحله رشدی بیشتر تحت تأثیر نمک قرار می‌گیرند. گلرنگ طی خروج گیاهچه نسبت به نمک مقاومت کمتری دارد و اغلب در این دوره است که مشکلات نمک بیشترین دردسر را ایجاد می‌کند (ویس، ۲۰۰۰). با مدیریت صحیح زراعی، به‌ویژه در نحوه کوددهی و آبیاری می‌توان خسارت‌های ناشی از کشت گلرنگ در خاک‌های شور را کاهش داد.

تحمل گیاه گلرنگ نسبت به شوری در زمان جوانه زدن، نصف تحمل آن در مراحل بعدی رشد است. شوری اولیه یک میلی موس در هر سانتی متر بعد از یک آبیاری، ممکن است ۱۰-۵ برابر افزایش یابد. گلرنگ تا حدود ۱۰ میلی موس بر سانتی متر شوری خاک را تحمل می کند و از آن به بعد، افزایش شوری خاک سبب کم شدن رشد گیاه می شود، ولی در مراحل گیاهچه ای، شوری خاک نباید از ۴ میلی موس بیشتر باشد. در روش کشت به صورت جوی و پشته ای، شوری در ناحیه بذر تمرکز می یابد. با افزایش سن گیاه و توسعه عمقی ریشه بر مقاومت گیاه به شوری افزوده می شود. در خاک هایی که مشکل شوری دارند، شدت خسارت به بذر در حال جوانه زنی را می توان با کشت بذر در دو طرف پشته عریض با آبیاری و مرطوب نگه داشتن دائم خاک به حداقل رساند. کشت بذر گلرنگ در راس پشته ها بر شدت شوری می افزاید (ویس، ۲۰۰۰).

با افزایش شوری خاک، شاخص سطح برگ و ارتفاع گیاه گلرنگ کاهش می یابد. به طور کلی در گیاهان سازگار به شوری مثل گلرنگ با افزایش تنش شوری، شاخص برداشت افزایش می یابد و این ناشی از کاهش مقدار ساقه در کل بیوماس است. شوری، زمان گل دهی و رسیدن را تسریع می کند، به نحوی که گل دهی تا چند روز و رسیدن تا چند هفته زودتر صورت می گیرد.

مقاومت گلرنگ به سدیم خاک بسیار زیاد است. زیاد بودن سدیم خاک از مقدار جذب پتاسیم می کاهد. از این نظر مصرف کود پتاسیم در شرایط خاک های شور و سدیمی ممکن است از خسارت شوری بکاهد. جاناردهان و همکاران (۵۹) کاهش عملکرد گلرنگ را به ازای هر واحد افزایش شوری گزارش کردند که با کاهش تعداد غوزه در شاخه های اولیه، وزن صد دانه و تعداد دانه در غوزه همبستگی داشت. همچنین در این تحقیق تجمع اندک سدیم و مقادیر به نسبت زیاد پتاسیم در برگ ها با تحمل به نمک در گلرنگ مرتبط بود.

مقادیر شوری در لایه های مختلف خاک بر رشد و عملکرد تاثیر می گذارد برای مثال، وجود ۳۸ میلی گرم نمک در صد گرم خاک در لایه ۰-۲۰ سانتی متری و ۱۰ میلی گرم در لایه ۵۰-۲۰ سانتی متری، نسبت به ۲۶ میلی گرم و ۶۱ میلی گرم نمک به ترتیب در همین لایه ها ۴۰ درصد افزایش عملکرد دانه را سبب می شود (تسو و همکاران، ۱۹۷۵).

۵-۴- تنش سرما

تنش سرما پس از تنش کم آبی، از مهم ترین تنش های محیطی کشور (البته به جز چند استان) است، به ویژه وقتی که با تنش خشکی همراه شود، از این رو تولید محصولات زراعی از فصول سرد طولانی به ویژه از سرمای اوایل فصل بهار و پاییز، آسیب فراوانی می بینند. تحمل به سرما ترکیبی از مقاومت به تنش هایی مانند انجماد، پوشش برف، توفان، جابه جایی خاک و خشکی است و گیاهان از نظر توانایی ژنتیکی تحمل به سرما تفاوت دارند و رفتارهای فیزیولوژی آنها در اجتناب یا تحمل به سرما متفاوت است. واکنش گیاهان به سرما به صورت زیر است:

- ۱- گیاهان حساس به سرما که با دمای کمتر از ۱۲ درجه سانتی گراد از بین می روند؛
- ۲- گیاهان متحمل به سرما، ولی حساس به انجماد که قادرند با دمای کمتر از ۱۲ درجه سانتی گراد سازش یابند، ولی در شرایط انجماد زنده نمی مانند؛

۳- گیاهان متحمل در برابر انجماد که می‌توانند دماهای زیر نقطه انجماد را تحمل کنند.

تیپ پاییزه گیاه روغنی گلرنگ با تحمل زیاد در برابر سرمای زمستانه قابلیت کشت در مناطق سرد و معتدل سرد کشور را دارد. گلرنگ در مرحله روزت بیشترین مقاومت به سرما و یخبندان را نشان می‌دهد. در این مرحله، بیشتر ارقام گلرنگ سرمای حدود ۷- تا ۱۵- درجه سانتی‌گراد را تحمل می‌کنند (۵۰) و برخی ارقام حتی در سرماهای زیر ۱۵- درجه سانتی‌گراد زیر پوشش برف به حیات خود ادامه می‌دهند (شکل ۵-۱). گلرنگ از مرحله طویل شدن ساقه به بعد به سرما حساس است.



شکل ۵-۱- تحمل به سرما گلرنگ در مرحله روزت

با پیشرفت مراحل نموی، حساسیت به سرما بیشتر خواهد شد، به طوری که در آغاز مرحله زایشی یا بعد از آغاز گل‌دهی، درجه حرارت کمتر از صفر درجه سانتی‌گراد موجب خسارت بسیار شدید خواهد شد. دمای کمتر از ۴- درجه سانتی‌گراد در مرحله رشد طولی ساقه و دماهای حدود صفر درجه یا کمتر در مرحله گل‌دهی به گلرنگ آسیب می‌رساند. دمای ۲- درجه سانتی‌گراد در مرحله رسیدن ممکن است موجب مرگ گیاه شود (لونگیون و همکاران، ۱۹۹۵).

۶-۱- تهیه بستر کشت

گلرنگ برای جوانه زنی و سطح سبزی مناسب، به بستری بدون کلوخ با رطوبت کافی نیاز دارد. در زراعت گلرنگ، به آسانی می توان از مکانیزاسیون معمول در غلات بهره برد، اما به دلیل وجود ریشه عمیق، شخم زدن با گاو آهن های قلمی و زیرشکن برای شکستن طبقات نفوذناپذیر رس یا لایه های جانبی در ناحیه ریشه، توصیه می شود. در مناطقی که رطوبت، عامل محدودکننده است، هدف عملیات کشت، باید حفظ حداکثر مقدار رطوبت خاک باشد. برای کشت بهاره گلرنگ، ابتدا در اواخر تابستان یا اوایل پاییز، شخم پاییزه را انجام می دهند و زمین را در طول زمستان به حالت آیش رها می کنند. این عمل ضمن تجزیه بقایای گیاهی خاک موجب حفظ و ذخیره بیشتر رطوبت می شود و عملیات نهایی تهیه بستر را تسهیل می کند. در پایان فصل سرما و بارندگی، به محض مساعد شدن شرایط برای عملیات نهایی تهیه بستر، شخم بهاره انجام می گیرد.

عواملی مانند کشت سال قبل و نوع بافت خاک در آماده سازی بستر خاک اهمیت دارند. اصول کلی تهیه زمین، اغلب شبیه دانه ریزهاست. آماده سازی در خاک های سنگین، به تمهیدات ویژه ای نیاز دارد، زیرا در چنین خاک هایی امکان عملیات خاک ورزی بعد از بارندگی های زمستانه وجود ندارد و این کار، کشت را به تاخیر می اندازد. در این خاک ها، وجود لایه متراکم زیرین، رشد ریشه رابه تعویق انداخته و عملکرد را تا حد زیادی کاهش می دهد. به دلیل احتمال وجود سله در چنین خاک هایی، مقدار بذر بیشتری برای اطمینان از سبز یکنواخت و استقرار کافی گیاه، مورد نیاز است. در آمریکا، خاک های شنی یالومی رسی بازه کش خوب را مناسب کشت گلرنگ می دانند. خاک های اسیدی ممکن است خسارت ناشی از پوسیدگی فوزاریومی ریشه را افزایش دهند، زیرا اسیدیته خاک، موجب توسعه شکل های بیولوژیکی این قارچ ها می شود.

به منظور تهیه بستری مناسب برای کشت بذر، به ترتیب، انجام عملیات شخم عمیق، دیسک و ماله ضروری است. در صورت امکان، بهتر است کودپاشی همزمان با بذرکاری انجام گیرد. اگر بذرکار، توانایی کودگذاری نداشته باشد، عملیات کودپاشی بعد از ماله انجام می گیرد. پخش کردن علف کش ترفلان و اختلاط کود و علف کش با خاک توسط دیسک سبک، ضروری است (ویس، ۲۰۰۰). لام به ذکر است که گلرنگ در مقابل شوری خاک متحمل است و براحتی EC حدود ۷-۸ میلی موس بر سانتی متر را تحمل می نماید.

۶-۲- ضد عفونی بذر

یکی از عوامل مهم در دستیابی به بیشترین عملکرد، استفاده از بذر سالم است. با توجه به اینکه گیاهچه های گلرنگ در برابر بیماری های قارچی بسیار حساس اند، بذر باید قبل از کشت برای کنترل این بیماری ها با کاپتان یا تیرام (۳ گرم به ازای هر کیلوگرم بذر) ضد عفونی شود (ر.ک. فصل هفتم). نتایج برخی از تحقیقات نشان می دهند که در اثر

عدم ضد عفونی در مرحله جوانه زنی، ممکن است ۳۵ - ۲۵ درصد بوته ها از بین بروند. اسپورهای برخی عوامل بیماری زا همانند زنگ، ممکن است توسط ابزارهای بوجاری منتقل شوند.

بذر ها باید دست کم ۲۴ ساعت قبل از کشت با قارچ کش آغشته شوند تا قارچ کش با نفوذ به شکاف های کوچک و ترک های پوسته بذر و هاگ های قارچی تاثیر بهتری داشته باشد. ترکیب های سبک جیوه، بهترین تیمار برای کنترل اسپور های قارچ هستند. بذر انتخاب شده برای کشت باید ظاهری سالم و اندازه ای مناسب داشته باشد، زیرا این نوع بذر ها به تشکیل گیاهچه های قوی تر می انجامند و در نهایت مزرعه ای یکنواخت و مطلوب حاصل می شود (۱۱۶).

۶-۳- تاریخ کاشت

گلرنگ را می توان به صورت بهاره و پاییزه کشت کرد. اقلیم هایی که در عرض جغرافیایی ۲۰ درجه جنوبی تا ۴۰ درجه شمالی قرار گرفته اند، مناسب ترین مناطق برای کشت گلرنگ به شمار می روند. کشت گلرنگ اغلب در ارتفاع کمتر از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا با موفقیت همراه است و با افزایش ارتفاع، عملکرد دانه و روغن کاهش می یابد، اگرچه در مناطق گرم کنیا با ۱۸۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا، رشد و نمو خوبی داشته است. عملکرد دانه و مقدار روغن با افزایش ارتفاع کاهش می یابد.

تعیین تاریخ کشت مناسب گلرنگ به مختصات اقلیمی منطقه، سال، بافت خاک، تیپ رشد، نوع رقم و رطوبت موجود در خاک بستگی دارد. کشت ارقام بهاره گلرنگ در مناطق گرم را می توان براساس زمان شروع بارندگی ها و شیوع بیماری های قارچی مانند فیتوفترا، سفیدک سطحی در منطقه و حمله آفاتی مانند مگس گلرنگ و عدم همزمانی دوره گل دهی با درجه حرارت های زیاد تنظیم کرد. براساس آزمایش های انجام گرفته، مطلوب ترین زمان کاشت ارقام گلرنگ در مناطق گرم ایران، نیمه دوم آذرماه و در مناطق معتدل سرد، اواخر اسفند تا اوایل فروردین است. تاریخ کشت گلرنگ بهاره در مناطق معتدل سرد ایران نباید بعد از ۱۵ فروردین ماه باشد. کشت زودهنگام گلرنگ سبب افزایش حساسیت بوته ها به بیماری ها یا افزایش رشد رویشی و ایجاد بوته هایی بلند و تخلیه بیش از حد رطوبت خاک قبل از ورود به مرحله زایشی می شود. تاخیر در کاشت بهاره گلرنگ، اغلب سبب همزمانی دوره رشد با درجه حرارت های زیاد و زودرسی نامتعارف گیاه می شود. در چنین وضعیتی، سطح برگ مناسب برای فتوسنتز کافی تولید نمی شود که نتیجه آن کاهش اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد دانه است (امیدی و احمدی، ۱۳۷۹).

بررسی تحقیقات انجام شده نشان می دهد که بهترین زمان کشت پاییزه گلرنگ در کشور اواسط شهریور تا اواخر مهر است. در کشت پاییزه برای مناطق سرد، بهتر است از ارقامی با دوره روزت طولانی استفاده شود. کشت زودهنگام ارقام زمستانه سبب به ساقه رفتن سریع و بی موقع گیاه و در نهایت افزایش خسارت سرما می شود. تجربه نشان داده است که کشت ارقام زمستانه گلرنگ در مناطق سرد و معتدل سرد باید طوری تنظیم شود که بوته ها قبل از سرمای شدید زمستان به حالت روزت (هشت برگی) رسیده باشند، درغیراینصورت، بوته ها در مناطق سرد فرصت کافی برای رشد نخواهد داشت و احتمال خسارت سرما افزایش می یابد. منظور از تاریخ کاشت، تاریخ اولین آبیاری

(تأمین رطوبت بذر) می‌باشد. لذا زارعینی که گلرنگ را در سطح وسیع کشت می‌نمایند باید عملیات آماده سازی زمین و کشت را طوری برنامه ریزی کنند که در تاریخ کاشت توصیه شده کل قطعات کاشته شده آبیاری شود. کشت ارقام زمستانه در بهار به علت عدم بهاره سازی با شکست همراه است و حتی در صورت خروج گیاه از مرحله روزت که گاهی در اثر سرمای بهاره اتفاق می‌افتد، ساقه گیاه نازک و شکننده می‌شود و پس از عبور از مرحله زایشی فقط ۲ - ۳ عدد غوزه تولید می‌کند (شکل ۱-۶). ارقامی از گلرنگ زمستانه نیز وجود دارند که پس از مرحله روزت به رشد رویشی خود ادامه نمی‌دهند و به مرحله گل‌دهی وارد نمی‌شوند (شکل ۲-۶) (قنواتی و نولز، ۱۹۷۹). اغلب درنواحی خشک که مقدار بارندگی اندک و درجه حرارت درطول فصل رشد زیاد است و بوته‌ها رشد سریع‌تر و بیشتری دارند، برای اجتناب از تخلیه سریع رطوبت موجود در خاک می‌توان تاریخ کاشت را به تاخیر انداخت.



شکل ۱-۶- کشت رقم زمستانه گلرنگ در بهار



شکل ۲-۶- کشت رقم زمستانه گلرنگ در بهار (سمت چپ) و رقم بهاره (سمت راست)

۶-۴- میزان بذر

گلرنگ را می‌توان با بذرکار غلات کشت کرد. برای مثال، بذرکار غلاتی که برای ۲۲ کیلوگرم جو و ۵۰ کیلوگرم گندم تنظیم شده است، می‌تواند گلرنگ را با ۲۵ کیلوگرم در هکتار کشت کند. در صورتی که بذر کوچک‌تر از

معمول باشد، تغییر در تنظیمات بذرکار ضروری است. برای تنظیم دقیق مقدار بذر (کالیبراسیون) باید تعداد بذر ریخته شده توسط بذر کاردر جاده آسفalte شمارش شود.

مقدار بذر مصرفی در گلرنگ به عواملی مانند زمان کاشت، عرض ردیف‌ها، فاصله بوته‌ها از یکدیگر، عمق کاشت، ساختمان خاک، قوه نامیه، خلوص فیزیکی بذر، تیپ رقم (بهاره یا پاییزه) و نوع رقم بستگی دارد. استفاده بهینه از رطوبت موجود در خاک توسط بذر کشت شده، مهم ترین هدف در تعیین مقدار بذر در هکتار است. آزمایش‌هایی در مناطق مختلف کانادا از جنوب آلبرتا جنوب مانیتوبا نشان داد که مناسب ترین مقدار بذر مصرفی ۴۰ - ۳۲ کیلوگرم در هکتار است (موندل، ۱۹۶۹). بر اساس بررسی‌ها در مناطق مختلف ایران، مناسب ترین مقدار بذر مصرفی در کشت بهاره ۳۰ - ۲۵ کیلوگرم در هکتار و در کشت پاییزه ۲۵ - ۲۰ کیلوگرم در هکتار است. مقدار بذر مصرفی در گلرنگ را می‌توان با رابطه زیر محاسبه کرد:

$$\text{مقدار بذر} = \frac{۱۰۰ \times \text{وزن هزار دانه (گرم)}}{\text{عدد سبز مزرعه} \times \text{عدد قوه نامیه} \times \text{فاصله کاشت به سانتی متر} \times \text{فاصله بوته به سانتی متر}}$$

برای مثال، اگر وزن هزار دانه رقم مورد نظر ۲۵ گرم، فاصله خطوط ۵۰ سانتی متر، فاصله بوته روی ردیف ۴ سانتی متر، قوه نامیه ۸۵ درصد باشد و فرض شود ۷۰ درصد بذرها سبز شوند، مقدار بذر مصرفی حدود ۲۱ کیلوگرم در هکتار خواهد شد.

$$\approx ۲۱ = \frac{۲۵ \times ۱۰۰}{۰/۵ \times ۰/۰۴ \times ۸۵ \times ۷۰} \quad \text{مقدار بذر مصرفی (کیلوگرم در هکتار)}$$

۶-۵- تراکم بوته

شناخت دقیق اثر متقابل عملکرد بوته و تعداد بوته در واحد سطح برای موفقیت در زراعت گیاهان مختلف از جمله گلرنگ ضروری است (ماریتا و مولدون، ۱۹۹۵). تغییر ساختار عملکرد تک بوته توسط تغییرات تراکم یکی از عوامل اصلی در تعیین عملکرد است. بنابراین باید مشخص شود که تغییر در آرایش کاشت چگونه در ساختار عملکرد تک بوته تاثیر می‌گذارد. عملکرد دانه در گلرنگ تحت تاثیر تعداد غوزه در گیاه، تعداد دانه در غوزه و وزن هزار دانه است (امیدی و همکاران، ۱۳۷۸، اشری، ۱۹۷۱ و امیدی، ۲۰۰۰). اجزای عملکرد در گلرنگ مستقل از یکدیگر نیستند و افزایش یک جزء، اغلب سبب کاهش اجزای دیگر می‌شود. صفاتی مانند تعداد شاخه‌های فرعی، ارتفاع گیاه، قطر غوزه و بیوماس گیاه نیز از مهم ترین ویژگی‌هایی هستند که به طور مستقیم در تعیین عملکرد نقش دارند (امیدی و همکاران، ۱۳۷۸). به هر حال تراکمی مطلوب است که در آن گیاه از کلیه منابع رشدی در فضای حد فاصل ردیف و روی ردیف به خوبی استفاده کند و رشد خوبی داشته باشد، به طوری که دچار رقابت شدید درون گونه‌ای و برون گونه‌ای برای دستیابی به عوامل رشدی نشود. در انتخاب تراکم مناسب باید از کاربرد نامؤثر سطوح پایین تراکم و ایجاد رقابت بیش از حد در سطوح بالای تراکم خودداری شود. رعایت تراکم بوته مناسب می‌تواند به عنوان یک روش زراعی سبب کنترل علف‌های هرز شود.

اگر رطوبت کافی در طول دوره رشد رویشی و زایشی گلرنگ فراهم باشد، گیاه حساسیتی به تراکم‌های مختلف نشان نمی‌دهد. آزمایش‌های تراکم بوته در ایران نشان داده است که مناسب‌ترین فاصله ردیف‌ها برای کشت بهاره ۴۰ - ۳۰ سانتی‌متر و بهترین فاصله بین بوته‌ها ۵ سانتی‌متر است و با توجه به رشد رویشی زیاد در ارقام زمستانه، به‌طور معمول فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته می‌شود (شکل ۶-۳). اخیراً نیز کشت دو خط روی پشته‌هایی با فاصله ۶۰ سانتی‌متر (کشت دوخط روی هر پشته که در نتیجه فاصله ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر خواهد بود) و فاصله بوته‌ها ۵ سانتی‌متر توصیه شده که بسیار موفقیت آمیز است.



شکل ۶-۳- تراکم مناسب در مزرعه گلرنگ

تراکم بوته بسته به رقم، تیپ رشد و شرایط محیطی بین ۶۶ - ۳۰ هزار بوته در هکتار متغیر است. به‌طور کلی در تراکم‌های مناسب و با فاصله ردیف‌های کمتر، سرما بهتر از تراکم‌های متراکم و فاصله ردیف‌های بیشتر تحمل می‌شود. در مناطقی که دوره رشد کوتاه‌تر است، برای دستیابی به حداکثر سطح برگ و عملکرد بیشتر به تراکم بوته بیشتری نیاز است. تراکم اندک به دلیل افزایش علف‌های هرز، به کاهش عملکرد منجر می‌شود که این افت محصول از کاهش عملکردی که در اثر تراکم زیاد و به‌دنبال آن کاهش تعداد غوزه پدید می‌آید، بیشتر است. بوته‌های گلرنگ در تراکم‌های کم اگر با دمای زیاد نیز همراه شوند، کمبود تعداد بوته در واحد سطح را با تولید شاخه‌های فرعی و به‌دنبال آن غوزه‌های ثانویه و ثالثیه بیشتر جبران می‌کنند، اما ممکن است به‌علت دانه‌های ریزتر در غوزه‌های تولیدی که حاوی روغن کمتری است، عملکرد روغن کاهش یابد. همچنین گیاهان پرشاخه، سرعت عملیات برداشت را کاهش و هزینه تولید را افزایش می‌دهند. برای جلوگیری از چنین مشکلی در کشت‌های تاخیری فواصل ردیف‌ها را کاهش می‌دهند (ویس، ۲۰۰۰).

کشت با تراکم زیاد سبب نازکی ساقه‌ها و شکستن یا به‌عبارتی ورس در برابر بادهای شدید خواهد شد. بدین ترتیب در مناطقی که بادهای فصلی از یک سمت می‌وزند، اغلب فاصله بوته‌ها را بیشتر و فاصله ردیف‌ها را کمتر در نظر می‌گیرند تا ضمن افزایش مقاومت در برابر بادهای شدید، رطوبت بین بوته‌ها کاهش یابد و در نتیجه از شیوع بیماری‌ها جلوگیری شود. کاشت متراکم سبب کاهش تعداد غوزه‌ها حتی تا سه عدد در بوته می‌شود. کاهش محصول از این مرحله به بعد تا حدی به کاهش تعداد دانه در غوزه مربوط می‌شود. در چنین وضعیتی، بزرگی دانه‌ها و افزایش وزن آنها نمی‌تواند کاهش تعداد غوزه را جبران کند. به‌طور معمول غوزه‌های اول و دوم بزرگ‌تر از غوزه‌های سوم و بعدی هستند (ویس، ۲۰۰۰).

در کشت دیم که منابع رطوبتی محدود است، مقدار بذر مصرفی باید کاهش یابد. در مناطق دیم اگر تراکم مناسب نباشد، بذره‌های کاشته شده قادر به استفاده بهینه از شرایط موجود طبیعی به‌ویژه درجه حرارت و بارش نیستند و در نتیجه عملکرد در واحد سطح کاهش می‌یابد (موندل و جانسون، ۱۹۸۷). کشت با ردیف‌کار به‌علت نزدیکی ردیف‌ها به بذر بیشتری نیاز دارد. البته باید توجه داشت که در کشت‌های تاخیری به‌علت وجود رطوبت در اعماق خاک کشت سطحی سبب از بین رفتن بذرها و کاهش بوته‌ها می‌شود. در چنین شرایطی مقدار بذر مصرفی افزایش می‌یابد. به هر حال بستر بذر باید عاری از کلوخه باشد، اما نباید آنچنان پودر شود که بعد از باران سله بزند و مانع سبز شدن شود.

۶-۶- عمق کاشت

بذر گلرنگ برای جوانه‌زنی مناسب به رطوبت کافی نیاز دارد، از این‌رو قرار دادن بذر در ناحیه مرطوب خاک ضروری است. بذر گلرنگ نباید در اعماق پایین‌تر از ۵ سانتی‌متر قرار گیرد (هنینگ و همکاران، ۱۹۹۲)، زیرا در این حالت درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. کشت عمیق همچنین به تاخیر در جوانه زنی منجر می‌شود. در این حالت گیاهانی با بوته‌های ضعیف که به سرمای زمستان حساس‌اند به‌وجود می‌آیند. تاثیر منفی کاشت عمیق در کشت‌های دیر به دلیل کندتر شدن جوانه‌زنی در خاک سرد بیشتر نمایان می‌شود. عمق کشت مناسب برای گلرنگ ۳/۵ - ۲ سانتی‌متر است، اما اگر در سطح خاک رطوبت کافی وجود نداشته باشد یا بافت خاک سبک باشد، بذر ممکن است به اجبار در عمق بیشتری کاشته شود. در چنین وضعیتی باید تغییراتی در مدیریت کشت صورت پذیرد تا بذرها به آسانی سبز شوند. برای مثال هرس سبک می‌تواند به سبز بهتر بذرها کمک کند. در مناطقی که بافت خاک سریع خشک می‌شود، اغلب بعد از کاشت غلتک سبک توصیه می‌شود، تا از سله بستن جلوگیری شود، به‌ویژه در مناطق سرد که خسارت سرما را در مرحله ریزش می‌دهد.

در مناطق دیم، ایجاد شرایط بهینه و کشت بذر در عمق مناسب برای افزایش قابلیت جوانه‌زنی با استفاده از اولین بارندگی مؤثر و قبل از شروع فصل سرما، اهمیت ویژه‌ای دارد (ویس، ۲۰۰۰).

۶-۷- کود

۶-۷-۱- نیتروژن

حاصلخیزی خاک به‌منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان برای حصول عملکرد زیاد و کیفیت مطلوب محصولات زراعی، اهمیت دارد. تأمین عناصر ضروری در خاک‌های فقیر از لحاظ یک یا چند عنصر غذایی و استفاده از کودهای شیمیایی، موجب افزایش عملکرد و کیفیت محصول می‌شود. البته باید در نظر داشت که استفاده زیاد از کودهای شیمیایی، علاوه بر آلودگی محیط زیست و آب‌های زیرزمینی، ممکن است آثار سمی و منفی بر تولید و کیفیت محصول داشته باشد. گیاهان زراعی به‌مقادیر مناسبی از نیتروژن نیازمندند و در صورت کمبود این عنصر در خاک، رشد و عملکرد گیاه تا حد زیادی کاهش می‌یابد. نیتروژن، از اجزای مهم تشکیل‌دهنده پروتئین است که جذب آن در گیاه به شکل معدنی - آمونیوم یا نترات - موجب تشکیل پروتئین

می‌شود. مصرف مناسب نیتروژن، مقدار پروتئین و پروتوپلاسم را افزایش می‌دهد و در نتیجه اندازه سلول و سطح برگ بزرگ‌تر و فعالیت فتوسنتزی بیشتر می‌شود (احمدی و جاویدفر، ۱۳۷۷).

مقدار مصرف کود نیتروژن در گلرنگ به عواملی مانند عملکرد مورد انتظار، گیاه کشت شده قبلی، رطوبت در دسترس خاک و تاریخ کاشت بستگی دارد. گلرنگ در طول دوره رشد رویشی به کود ازته احتیاج دارد، اما باید دقت شود که استفاده بیش از حد از کودهای نیتروژن‌گذشته از این که سبب افزایش عملکرد دانه نمی‌شود، به کاهش مقدار روغن دانه نیز می‌انجامد. در ایالات متحده آمریکا، قبل از شروع کوددهی، مقدار نیتروژن خاک در عمق ۱۲۰ سانتی‌متر تعیین می‌شود. در کشت بدون آبیاری گلرنگ، به‌طور معمول، حدود ۷۵ - ۴۵ کیلوگرم ازت در هکتار نیاز است، این مقدار در کشت آبی به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار می‌رسد (لیون و همکاران، ۲۰۰۷).

مصرف زیاد نیتروژن بر مقدار روغن یا عدد یدی روغن، تاثیر منفی دارد. حدود ۵۰ درصد نیتروژن مصرفی در شروع گل‌دهی تارسیدن گلرنگ‌گاست، از این رو تأمین کافی نیتروژن در این دوره ضروری است. مصرف بیش از حد نیتروژن سبب افزایش طول دوره گل‌دهی می‌شود و اگر گل‌دهی با افزایش دمای هوا مصادف شود، سبب اختلال در گرده‌افشانی و پوکی دانه‌ها می‌شود. تنظیم مقدار کود مصرفی با توجه به مقدار نیتروژن باقی‌مانده از کشت گیاه قبلی مانند گیاهان خانواده لگوم (یونجه) که کود ازته زیادی برای آنها استفاده می‌شود، اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا وجود کود ازته زیاد در مرحله رشد رویشی سبب افزایش رشد سبزینه گیاه می‌شود و مرحله زایشی را با اختلال و به دنبال آن با کاهش عملکرد مواجه می‌سازد. همانند چنین وضعیتی در کشت دیم، خسارت‌های بیشتری وارد می‌کند.

در کشت دیم، پس از رطوبت، کود مهم‌ترین عامل است. کود نیتروژن سبب افزایش طول ریشه و ماده خشک در گیاه می‌شود و هنگامی که بارندگی کم باشد، سیستم ریشه‌ای گیاه گلرنگ توسعه می‌یابد و به لایه‌های عمیق خاک نفوذ کرده و از رطوبت موجود استفاده می‌کند. گلرنگ اگر بعد از گیاهان دارای سیستم ریشه عمیق (مانند آفتابگردان و ذرت) در تناوب قرار گیرد، کود ازته بیشتری نسبت به زمانی که این گیاه بعد از گیاهان دارای ریشه سطحی (مثل گندم، جو و چاودار) در تناوب باشد، لازم است (اولکه و همکاران، ۱۹۹۲). ریشه گیاه گلرنگ نسبت به غلات دانه‌ریز، عمیق‌تر است و می‌تواند نیتروژن خاک را تا عمق دو متری، استفاده کند. (دوآن و همکاران، ۱۹۹۸). تقسیط نیتروژن در سه زمان کاشت، شاخه‌دهی و گل‌دهی بهتر از مصرف آن در زمان کاشت و شاخه‌دهی یا مصرف کود فقط در زمان کاشت است (بورهان و همکاران، ۲۰۰۱).

در زمان تهیه بستر بذر، کود حاوی ازت را می‌توان با دیسک زدن تا عمق ۱۵ سانتی‌متری خاک مخلوط کرد (اندرسون، ۱۹۸۵). همچنین می‌توان کود را هم‌زمان با کشت بذر، کمی پایین‌تر از عمق کشت در یک یا دو ردیف کاشت و به‌صورت نواری قرار داد. کود سرک از اوایل به‌ساقه‌رفتن تا حداکثر مرحله رؤیت غوزه یا آخرین وجین مکانیزه در فاصله بین ردیف‌ها استفاده می‌شود (خواجه پور، ۱۳۸۳). نیتروژن سرک تنها زمانی مفید است که نیازهای گیاه از عناصر غذایی دیگر تأمین شده باشد. در بیشتر آزمایش‌هایی که بر روی گلرنگ انجام گرفته، برای تأمین نیتروژن مورد نیاز از نترات آمونیوم استفاده شده است. در ایران به‌طور کلی ازت خالص مورد نیاز گلرنگ به مقدار ۷۵ کیلوگرم از منابع کودی اورهو فسفات آمونیوم است که از این مقدار ۵۰ کیلوگرم ازت خالص به‌صورت سرک در مرحله ساقه‌دهی و ۲۵ کیلوگرم ازت خالص به‌صورت سرک در مرحله غنچه‌دهی مصرف می‌شود. البته باید توجه داشت پس از آزمون خاک مقادیر موجود در خاک از مقدار توصیه‌شده کسر می‌شود.

۶-۷-۲- فسفر

فسفر در بسیاری از تغییرات شیمیایی گیاهان نقش اساسی دارد. ترکیب‌های آلی فسفر در واکنش‌های انتقال انرژی و تنفس سهم دارند. فسفر یکی از اجزای ساختمانی اسیدهای نوکلئیک و نوکلئوپروتئین‌هاست، بنابراین در انتقال خصوصیات وراثتی موثر است. این عنصر یکی از اجزای پروتئین‌ها نیز به‌شمار می‌رود. فسفر نوعی عنصر متحرک در گیاه است و همراه با تکامل و رسیدن آن و در ارتباط با مناطق فعال فیزیولوژیکی مانند بافت مریستمی از بافت‌های پیر به بافت‌های جوان حرکت می‌کند (احمدی و جاویدفر، ۱۳۷۷).

پاسخ گلرنگ نسبت به کاربرد فسفر و پتاسیم ضعیف است، به‌طوری که تولید هر تن دانه گلرنگ موجب خروج ۱۰ - ۶ کیلوگرم فسفر می‌شود. ریشه گلرنگ توانایی جذب فسفر از اعماق پایین‌تر خاک را دارد، از این‌رو مصرف مقدار کمی فسفر به صورت نواری در زمان کاشت در رشد سریع اولیه، موثر است و وضعیت عمومی گیاه را بهبود می‌بخشد. رشد سریع گیاهچه همچنین موجب رقابت بهتر گیاه با علف‌های هرز می‌شود. در کشت دیم رطوبت کافی برای جذب فسفر توسط گیاه نیز ضروری است (زینلی، ۱۳۷۸).

کشت گلرنگ بعد از برنج، گیاه را با کمبود فسفر روبه‌رو می‌کند که آثار آن با زردی و در ادامه با قهوه‌ای شدن گیاهچه‌ها نمایان می‌شود. کمبود فسفر در خاک‌هایی که به مدت طولانی غرقابی شوند، مشاهده می‌شود. در چنین شرایطی، ۳۴ - ۱۹ کیلوگرم فسفر خالص مورد نیاز است. با توجه به حرکت کند فسفر در خاک توصیه می‌شود که کودهای فسفره، نزدیک بذر استفاده شود. در مناطقی از هند که گلرنگ به‌صورت تجاری و به‌طور معمول بعد از غلات یابنه کشت می‌شود، به کود فسفره کمتری نیاز است که در اواخر شخم با خاک مخلوط می‌شوند. آزمون خاک برای تعیین مقدار فسفر باقی‌مانده از خاکستروبقایای گیاهان قبلی ضروری است.

در ایالت متحده آمریکا به‌طور معمول فسفر برای گلرنگ به‌کار نمی‌رود، و تنها در صورت کمبود این ماده غذایی، در زمان کاشت، حدود ۳۰ - ۱۵ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص استفاده می‌شود. ترکیب کودهایازته و فسفره در زمان کاشت توصیه می‌شود، تا گیاهچه‌های قوی و سالمی تولید شود. کشت گلرنگ بعد از سال آیش در مناطقی که تناوب زراعی به صورت آیش-گندم است، به فسفر نیاز کمتری دارد و مقدار مصرف آن ۱۰ - ۵ کیلوگرم در هکتار کاهش می‌یابد (ویس، ۲۰۰۰). فسفر مورد نیاز گیاه به‌طور معمول به‌صورت کودهای سوپرفسفات تأمین می‌شود، که اغلب مقادیر کمی گوگرد نیز دارد. مصرف این نوع کود در مناطق گرمسیر که خاک با کمبود گوگرد مواجه است، اهمیت دارد (ویس، ۲۰۰۰). به‌طور معمول مصرف ۵۰ کیلوگرم فسفر از منبع کودی فسفات آمونیوم توصیه می‌شود.

۶-۷-۳- پتاسیم

پتاسیم در فعال کردن محدوده وسیعی از سیستم‌های آنزیمی نقش مهمی دارد. محدوده کنترل فعالیت‌های فیزیولوژیکی، بسیار گسترده است که از آن جمله می‌توان به تنظیم بیان آب به کمک سازوکارهای مختلف مانند تنظیم مطلوب باز و بسته شدن روزنه‌ها، تاثیر بر فتوسنتز از راه تشکیل کلروپلاست، انتقال مواد فتوسنتزی، هیدرات‌های کربن و متابولیسم نیتروژن اشاره کرد. برای اینکه فعالیت آنزیم به‌طور کامل موثر باشد، غلظت زیادی از

یون‌های پتاسیم ضروری است. بنابراین غلظت زیاد پتاسیم در بافت‌های جوان و فعال، اتفاقی نیست. پتاسیم به شکل آزاد در سیتوپلاسم یافت می‌شود و در ترکیب‌های ساختاری یا اجزای ذخیره‌ای گیاه وجود ندارد. به‌همین دلیل به‌هنگام مرگ بافت گیاهی به آسانی آزاد می‌شود (احمدی و جاویدفر، ۱۳۷۷). مصرف پتاسیم برای گلرنگ خیلی ضروری نیست. در بیشتر مواقع پتاسیم باقی‌مانده از کشت گیاه قبلی برای گلرنگ کافی است. مصرف پتاسیم بر افزایش عملکرد به شرطی تاثیر مثبت خواهد داشت که نیتروژن و فسفر کافی در خاک وجود داشته باشند. مصرف کودهای پتاسه به‌جز در مناطقی که کمبود این ماده غذایی جدی است، ضرورتی ندارد.

۶-۸- آبیاری

مقدار آب مصرفی در گلرنگ به تاریخ کشت و شرایط اقلیمی منطقه بستگی زیادی دارد. افزایش مقدار آب نمی‌تواند کاهش عملکرد ناشی از تاخیر در کشت را جبران کند. به‌طور معمول یک‌بار آبیاری سنگین قبل از کاشت توصیه می‌شود. آبیاری‌های بعد از استقرار تا شروع به ساقه رفتن را هنگامی انجام می‌دهند که ۷۰ - ۶۵ درصد رطوبت قابل استفاده از عمق ۳۰-۲۰ سانتی‌متری خاک‌های نیمه‌سبک تا نیمه‌سنگین مصرف شده باشد.

آبیاری نشتی به کمک سیفون روشی مؤثر برای آبیاری گلرنگ است، اما در این روش در مقایسه با آبیاری بارانی، خاک به‌طور کامل اشباع می‌شود. آبیاری بارانی این امکان را فراهم می‌کند که مقدار آب کمتر از اشباع خاک باشد. البته آبیاری بارانی پر هزینه است و امکان استفاده از آن در تمام مزارع فراهم نیست (خواجه پور، ۱۳۸۳ و هوانگ و همکاران، ۱۹۹۲). در آبیاری گلرنگ باید به موارد زیر توجه کرد:

- آبیاری قبل از کشت، به‌طوری که پروفیل خاک اشباع شود و خاک به حد ظرفیت اشباع برسد؛

- زهکشی خوب سطح خاک؛

- کوتاه کردن زمان آبیاری به‌ویژه در روزهای خیلی گرم (بهتر است آبیاری انجام نگیرد)؛

- آبیاری پیش از وقوع علائم تنش خشکی (خشکی برگ‌های پایینی) در گیاه؛

- کاهش دور آبیاری بر اساس رطوبت موجود در خاک؛

- کشت جوی و پشته‌ای؛

- خودداری از کشت گلرنگ در خاک‌های با زهکشی کم (رسی) به‌ویژه در مناطق گرم.

گلرنگ با نزدیک شدن به دوران رسیدن با تخلیه رطوبتی بیشتری در فواصل دور آبیاری مواجه می‌شود. فراوانی رطوبت خاک به‌ویژه در اواخر رشد دانه چنانچه با دمای زیاد همراه باشد سبب سبز ماندن برگ‌ها و توسعه بیماری‌های برگ از جمله زنگ و سفیدک سطحی می‌شود. در مرحله انتقال از رشد زایشی تا پایان دانه‌بندی، آبیاری گلرنگ باید بر اساس تخلیه ۷۲ درصد آب قابل استفاده خاک تا عمق ۱۲۰ سانتی‌متری خاک انجام گیرد. مصرف آب اضافی در این مرحله تاثیر چندانی بر افزایش عملکرد ندارد. آبیاری بر اساس مصرف ۶۰ درصد رطوبت قابل استفاده خاک سبب مصرف ۲۷۰۰ متر مکعب آب بیشتر در هکتار می‌شود، در حالی که این آب اضافی فقط افزایش ۱۰۰ کیلوگرمی عملکرد را به‌دنبال دارد که در مقابل آب مصرفی بسیار ناچیز است.

آبیاری بیش از حد در طول دوره رشد، به رشد رویشی زیاد و در نتیجه تأخیر در رسیدن و نارس شدن دانه‌ها در هنگام برداشت می‌انجامد. زمان آخرین آبیاری در گلرنگ بسیار مهم است، به‌طوری که اگر زودتر از معمول انجام گیرد، سبب دانه‌بندی نامناسب و پوک شدن دانه‌ها می‌شود. آبیاری مداوم و بیش از حد بعد از ۹۰ درصد گل‌دهی نیز ممکن است رشد علف هرز را افزایش دهد، و در نتیجه برداشت با مشکل روبه‌رو شود. بارندگی‌های متوالی در طول دوره گل‌دهی، بر گرده‌افشانی تاثیر منفی دارد و پس از گل‌دهی نیز به تولید دانه‌های بد رنگ و ریز و کاهش عملکرد منجر می‌شود. بارندگی مداوم یا رطوبت زیاد در مراحل انتهایی رشد موجب جوانه زدن دانه‌ها در غوزه می‌شود. اگر نیاز آبی گلرنگ فقط توسط باران تامین شود، کاهش عملکرد دانه را به دنبال دارد، مگر اینکه رطوبت کافی پیش از کاشت در دسترس بذر باشد، به‌عبارتی اگر دو سوم کل رطوبت مورد نیاز، از آب باران باشد و بارش بین مرحله ریز و گل‌دهی باشد، می‌توان به عملکرد اقتصادی امیدوار بود. اگر بارندگی زمستانه مطلوب باشد یا خاک مزرعه رطوبت کافی داشته باشد به‌طوری که ریشه گیاه بتواند رطوبت را جذب کند، باید از آبیاری خودداری کرد. بارندگی یا رطوبت بیش از حد در مراحل رشد گیاه، بیماری‌های قارچی را افزایش می‌دهد. بر اساس بررسی‌های انجام گرفته در ایران، به‌طور کلی آبیاری در مراحل کشت، جوانه‌زنی، رشد سریع ساقه، غنچه‌دهی، گل‌دهی (دو مرحله) و دانه‌بندی ضروری است (مجموعاً حدود هفت نوبت) و این تعداد براساس زمان کشت، نوع رقم، منطقه کشت، ساختمان خاک، کود مصرفی تا ۱۰ نوبت نیز افزایش می‌یابد.

کشت پاییزه و دیم گلرنگ در مناطقی با زمستان ملایم تا کمی سرد و تابستان خشک با حداقل ۳۵۰ - ۳۰۰ میلی‌متر باران سالانه و کشت بهاره و دیم گلرنگ در مناطقی با زمستان نیمه‌سرد تا سرد و تابستان خشک با بیش از ۴۰۰ میلی‌متر باران به شرط وجود خاک عمیق و نفوذپذیر می‌تواند اقتصادی باشد. موفقیت کشت دیم پاییزه در نواحی مذکور به مقاومت رقم به سرما و آب ایستادگی در خاک در اوایل بهار بستگی دارد (خواجه پور، ۱۳۸۳). در مناطقی با زمستان ملایم زراعت پاییزه گلرنگ به دلیل بیشتر بودن توانایی عملکرد دانه و همچنین تطابق بیشتر بارندگی‌های سالانه با فصل رشد گلرنگ و در نتیجه کاهش نیاز به آبیاری، متداول‌تر است. حدود ۶۰۰ میلی‌متر بارندگی به‌شرطی که حداکثر آن پیش از گل‌دهی باشد برای دستیابی به عملکرد اقتصادی مناسب است. در مناطقی که بادهای گرم و خشک وجود ندارد، ۳۰۰ میلی‌متر بارندگی پیش از گل‌دهی همراه با رطوبت کافی خاک پیش از کاشت، عملکردهای خوبی تولید خواهد کرد.

در مناطق خشک‌تر و بادخیز که به دلیل نبود بیماری، مناسب کشت گلرنگ است، ممکن است برای رسیدن به عملکرد زیاد، به حدود ۸۰۰ - ۱۰۰۰ میلی‌متر بارش نیاز باشد (ویس، ۲۰۰۰). کشت بهاره در زمین‌هایی که از اول پاییز، آب حاصل از بارندگی در آن‌ها ذخیره شده، بسیار رضایت‌بخش بوده است. در صورتی که جمع ذخیره رطوبتی خاک و بارندگی در فصل رشد به حدود ۴۵۰ میلی‌متر برسد، عملکرد مطلوبی به دست می‌آید. اگر بارندگی در طول دوره رشد مطلوب نباشد، توانایی ذخیره رطوبت توسط خاک اهمیت زیادی در موفقیت دیم‌کاری گلرنگ دارد.

تناوب زراعی، کشت متوالی گیاهان زراعی مختلف در یک زمین است. تناوب با ایجاد تنوع در تولید محصولات زراعی، مصرف کودها و سموم شیمیایی را کاهش می‌دهد. از دیگر مزایای تناوب زراعی می‌توان به افزایش عملکرد محصولات زراعی در درازمدت، تعیین سطح زیر کشت برای هر محصول در هر سال، کمک به مبارزه با علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها، کمک به افزایش مواد آلی خاک و اصلاح خاک و جلوگیری از فرسایش خاک، بهره‌برداری بهتر و صحیح‌تر از مواد غذایی موجود در خاک، تنوع در تولید محصولات زراعی، استفاده از منابع و نیروی کار کمتر، کاهش هزینه‌های تولید و افزایش درآمد، افزایش فعالیت‌های زیستی و حفظ محیط زیست اشاره کرد.

بسیاری از گیاهان زراعی را می‌توان بعد از گلرنگ کشت کرد. نفوذ ریشه اصلی گلرنگ به اعماق خاک و نفوذپذیر ساختن آن، تجزیه سریع و به نسبت زیاد بقایای باقی مانده از مواد آلی خاک را به دنبال دارد و می‌تواند شرایط مطلوبی را در خاک فراهم کند و آثار مفیدی بر گیاه زراعی بعدی داشته باشد. بر اساس بررسی‌ها، عملکرد گندم در تناوب گندم- کتان نسبت به تناوب گندم- گندم ۱۰ درصد بیشتر است. عملکرد گندم در تناوب با حبوبات ۲۱ درصد بیشتر از عملکرد گندم بعد از گندم است.

یکی از نکات مهم در تناوب زراعی گلرنگ، این است که به هیچ وجه نباید در زمینی که زیر کشت گلرنگ بوده است، در سال زراعی بعد نیز، گلرنگ کشت کرد، زیرا این کار به شیوع انواع بیماری‌ها مانند زنگ‌ها، پوسیدگی ریشه و بیماری‌های دیگر منجر می‌شود (اولکه و همکاران، ۱۹۹۲). در صورت توسعه بیماری‌های ریشه‌ای، باید از قرار دادن گلرنگ در تناوب با آفتابگردان خودداری شود. گلرنگ نباید بعد از گیاهانی قرار گیرد که زمینه را برای بیماری اسکروتینیا فراهم می‌کنند (دوآن و همکاران، ۱۹۹۸). از این گیاهان می‌توان به نخودفرنگی، آفتابگردان، خردل و کلزا اشاره کرد. در آزمایشی که برای بررسی اثر گیاهان زراعی قبلی و بقایای گیاهان زراعی، روی گلرنگ انجام گرفت، مشخص شد که کشت گلرنگ بعد از کتان، جو، گندم و نخود در مقایسه با کشت گلرنگ بعد از گلرنگ، ۲۲۰-۱۵۰ درصد عملکرد بیشتری دارد (تاناکا و همکاران، ۲۰۰۱). در کشت آبی، گلرنگ را می‌توان پس از گیاهانی مانند گندم، ذرت، برنج، چغندر قند و شبدر کشت کرد. موقعیت گلرنگ در شرایط دیم، مشابه ذرت خوشه‌ای است و به یک دوره ذخیره رطوبت چندماهه تا یکساله نیاز دارد. گلرنگ می‌تواند همان موقعیتی را در تناوب اراضی دیم داشته باشد که گندم و جو دارند (انارکی، ۱۳۸۰). اغلب می‌توان گلرنگ را بعد از دوره آیش، یا بعد از دانه‌ریزها (مانند غلات) در تناوب قرار داد.

در مناطقی با زمستان کمی سرد تا ملایم که گلرنگ به صورت پاییزه کشت می‌شود، در صورتی که بافت و ساختمان خاک اجازه دهد و مزرعه کوچک و بدون ایستادگی آب باشد، می‌توان گلرنگ را در زمین برنج به صورت دستی و با حداقل عملیات زراعی کشت کرد. در بعضی از مناطق کالیفرنیا، کشت گلرنگ بعد از برنج مرسوم است، زیرا در این زمین‌ها رطوبت بیش از حد خاک اجازه کشت به موقع غلات در پاییز را نمی‌دهد (انارکی، ۱۳۸۰). در تحقیقی که در ایران انجام گرفت، آثار کشت تناوبی گلرنگ بر عملکرد دانه گندم و کلزا بررسی و مشخص شد که بیشترین میزان عملکرد دانه از تناوب گلرنگ - گندم - کلزا به دست می‌آید.^۱

۱- این نتیجه حاصل اجرای پروژه تحقیقاتی در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان و بلوچستان است.

۶-۱۰- کشت مخلوط

بهبود بازده مصرف آب در کشاورزی از جمله راه‌هایی است که به افزایش کارایی مصرف آب منجر می‌شود. تعیین سیستم مناسب کشت محصولات زراعی بر اساس ویژگی‌های اکولوژیکی هر منطقه، یکی از راهکارهای مؤثر برای افزایش بازده مصرف آب است که باید به آن توجه شود. سیستم کشت مخلوط، الگویی مناسب و عملی برای افزایش بازده مصرف آب در کشاورزی است. کشت مخلوط سیستمی است که در آن با تلفیق نیازهای اکولوژیکی دو یا چند گونه زراعی سازگار با محیط که نیازهای متفاوتی دارند، از منابع موجود مانند آب، انرژی پرتو خورشیدی و عناصر غذایی به‌نحو مطلوبی بهره‌برداری می‌شود.

کارایی مصرف آب در کشت مخلوط یک گونه بیش از حالتی است که به‌صورت تک‌کشتی کاشت می‌شود، زیرا در کشت مخلوط، اختلاف مورفولوژیک و فیزیولوژیک بین گونه‌ها سبب می‌شود آن‌ها آشیان‌های اکولوژیک متفاوتی را اشغال کنند و در نتیجه رقابت بین گونه‌ای کمتر از رقابت درون‌گونه‌ای شود و در مجموع عملکرد افزایش یابد. برتری بیولوژیک زراعت مخلوط، نتیجه استفاده کامل‌تر از منابع است. اگر اجزای تشکیل دهنده کشت مخلوط در نحوه استفاده از منابع محیطی متفاوت باشند، از منابع به‌طور مؤثرتری استفاده می‌کنند و در نتیجه عملکرد افزایش می‌یابد.

توانایی کشت مخلوط برای رقابت با علف‌های هرز به عواملی مانند نوع گیاه، رقم، تراکم گیاهی، سهم هر یک از گیاهان زراعی در کشت مخلوط، ترتیب و فاصله قرار گرفتن آن‌ها از یکدیگر و حاصلخیزی و وضعیت رطوبتی خاک بستگی دارد. گیاهان با خصوصیات مورفولوژیک متفاوت چنانچه در مجاورت یکدیگر کشت شوند، می‌توانند از عوامل محیطی استفاده بهینه کنند و در نتیجه عملکرد کل در واحد سطح افزایش خواهد یافت. علاوه بر این با توجه به اینکه در کشت مخلوط از سطح کشت استفاده بهتری به‌عمل می‌آید در نتیجه مکان بیشتری از خاک توسط اندام‌هایی هوایی و ریشه‌ای گیاهان پوشیده می‌شود و فرسایش و آبشویی خاک به حداقل می‌رسد.

استفاده از گیاهان خانواده لگومینوز در کشت مخلوط، موجب تثبیت نیتروژن هوا می‌شود که مقداری از آن در همان فصل رشد در دسترس گیاه مجاور و مقداری نیز در کشت بعدی در دسترس گیاه بعدی قرار خواهد گرفت. استفاده از گلرنگ در کشت مخلوط می‌تواند مضرات ریشه‌ای برخی گیاهان را خنثی کند. گلرنگ به‌علت دارا بودن ریشه عمیق می‌تواند حالت فیزیکی خاک را اصلاح کند و آن را نرم نگه دارد و از رطوبت اعماق خاک استفاده کند. همچنین در کشت مخلوط حجم بیشتری از خاک، استفاده می‌شود و از طرف دیگر بقایای گیاهی که در این نوع زراعت در خاک باقی می‌مانند، بیشتر و متنوع‌تر است. بنابراین هوموس و مواد غذایی بیشتری در خاک فراهم شده و خاک حاصلخیزتر می‌شود. به‌طور معمول توصیه می‌شود که گلرنگ در مجاورت گیاهانی با ریشه‌های سطحی و افشان کشت شود. امروزه در بعضی از کشورها مانند هند و پاکستان، کشاورزان پیشرو، به کشت مخلوط گلرنگ با گندم، خردل هندی، نخود و کتان اقدام کرده‌اند (شکل‌های ۶-۴ تا ۶-۷). در کشت مخلوط به‌طور معمول تعداد ردیف‌های گیاه کشت‌شده دیگر بیشتر از تعداد ردیف‌های گلرنگ است. این نسبت بسته به نوع گیاه کشت‌شده متغیر است (جدول ۶-۱).



شکل ۶-۴- کشت مخلوط گلرنگ با گندم



شکل ۶-۵- کشت مخلوط گلرنگ با خردل هندی



شکل ۶-۶- کشت مخلوط گلرنگ با نخود



شکل ۶-۷- کشت مخلوط گلرنگ با کتان

جدول ۶-۱- سیستم‌های مؤثر کشت مخلوط در گلرنگ

منطقه	سیستم پیشنهادی کشت مخلوط	نسبت ردیف زراعت اصلی و کشت مخلوط
ماهاراشترا	نخود + گلرنگ	۱ : ۲ یا ۳ : ۱
	گندم + گلرنگ	۱ : ۲ یا ۳ : ۱
کارناتاكا	نخود + گلرنگ	۱ : ۳
	گندم + گلرنگ	۱ : ۵ یا ۳ : ۱
آندراپرادش	نخود + گلرنگ	۱ : ۲ یا ۳ : ۱
	گندم + گلرنگ	۱ : ۲ یا ۳ : ۱
مادیاپرادش	نخود + گلرنگ	۱ : ۲ یا ۲ : ۴ یا ۶ : ۲
	کتان + گلرنگ	۱ : ۲ یا ۶ : ۲
	خردل + گلرنگ	۲ : ۶
اوتارپرادش	کتان + گلرنگ	۱ : ۳
	نخود + گلرنگ	۱ : ۳
	جو + گلرنگ	۲ : ۶

۶-۱۱- برداشت دانه

زمان دقیق برداشت گلرنگ به نوع رقم و عوامل محیطی مانند مقدار رطوبت نسبی و دمای هوا بستگی دارد. گلرنگ را می‌توان به آسانی با کمباین غلات برداشت کرد و فقط به تغییرات مختصری در اندازه‌ها و فواصل کوبنده و ضد کوبنده و الک‌های کمباین نیاز است (شکل ۶-۸).



شکل ۶-۸- برداشت مستقیم گلرنگ

بهترین سرعت کمباین در هنگام برداشت گلرنگ حدود $5/8 - 5/3$ کیلومتر در ساعت است. سرعت زیاد کمباین سبب به جلو راندن بوته‌ها و نیز خم شدن بوته‌ها از محل برخورد انگشتی‌ها و تیغه به ساقه می‌شود. به این ترتیب ساقه‌ها از محل برش به جلو رانده شده و به دنبال آن خوابیدن بوته‌ها بر روی هم سبب خسارت می‌شود. برای به حداقل رساندن خسارت ناشی از برداشت مکانیزه، باید تنظیم‌های لازم در سرعت استوانه، چرخ دنده‌ها و همچنین لرزاننده به دقت انجام گیرد، زیرا ترک و شکستگی دانه موجب از بین رفتن قوه نامیه و کاهش کیفیت روغن می‌شود. ترک داشتن بذر حتی اگر خسارت، جزیی باشد، سبب کاهش درصد جوانه‌زنی می‌شود. تنظیم نادرست کوبنده و ضد کوبنده، هم عملکرد دانه، روغن و کیفیت آنرا کاهش می‌دهد، و هم ممکن است موجب آسیب دیدگی کمباین شود، زیرا روغن دانه‌های شکسته شده، گرد و خاک و دیگر ذرات را روی قطعات متحرک هدایت کننده به صورت پوشش اضافی جمع می‌کند و سبب مسدود شدن و شکستگی آنها می‌شود. غیر از خسارت قابل رویت در بذر، خسارت پنهانی نسبت به جنین حتی زمانی که پوسته دانه شکسته به نظر نمی‌رسد، وجود دارد.

در گلرنگ که دانه‌ها به آسانی از غوزه‌ها جدا می‌شوند، در صورت برداشت به موقع، خسارت‌های سیلندر کوبنده ناچیز است. برای مثال اگر گلرنگ ۱۰ درصد رطوبت داشته باشد، یک سیلندر ۲۲ اینچی (۶۰ سانتی متری) با سرعت ۵۰۰ دور در دقیقه تنظیم می‌شود (هنینگ و همکاران، ۱۹۹۲). در گلرنگ با تنظیم نادرست کمباین ممکن است تعدادی از غوزه‌ها بر اثر ضربه پره‌های خوراک‌دهنده کمباین دچار ریزش شوند. ناهماهنگی سرعت پروانه خوراک‌دهنده نسبت به سرعت حرکت کمباین و حالت‌های افقی و عمودی محور آن نسبت به تیغه اره از دیگر مواردی است که موجب خسارت می‌شود. این پروانه باید در سرعت صحیح و متناسب با سرعت کمباین و متناسب با تراکم نوع رقم تنظیم شود. پروانه خوراک‌دهنده باید طوری باشد که فقط بوته‌ها را به جلو تیغه برش هدایت کند. قطعات کمباین به ویژه اطراف رادیاتور و مدخل هوا باید به طور مرتب تمیز شود، زیرا سوراخ‌های آن توسط پرزهای موجود در غوزه‌های خشک شده، بسته می‌شوند. در این صورت ممکن است گرم شدن بیش از حد موتور به آتش‌سوزی منجر شود (ناصری، ۱۳۷۰).

در زمان برداشت گلرنگ باید تلفات دانه، شامل شکستگی دانه‌ها و جدا نشدن دانه از غوزه‌ها، به حداقل برسد. تلفات دانه به طور معمول ۴ - ۳ درصد است که از این مقدار حدود یک درصد در نتیجه برش و ۳ - ۲ درصد در حین عبور از درون کمباین، رخ می‌دهد. تلفات بالای ۱۲ - ۱۰ درصد قابل قبول نیست. در زمان برداشت گلرنگ، فشار باد پنکه هر لحظه باید کنترل شود، تا تراکم روی غربال‌ها نباشد و از عقب کمباین، ریزش دانه مشاهده نشود.

از آنجا که در گلرنگ مشکلات ریزش و خوابیدگی وجود ندارد، تاخیر در برداشت، هیچ صدمه‌ای به عملکرد دانه و روغن گلرنگ وارد نمی‌کند. ولی باید توجه کرد که اگر در زمان رسیدن، هوا گرم و مرطوب باشد، دانه‌ها در غوزه‌ها سبز می‌شوند. در چنین شرایطی لکه‌های قهوه‌ای رنگی که بر روی دانه‌های باقی مانده پدید می‌آید، سبب کاهش بازارپسندی دانه می‌شود. تاخیر در برداشت ممکن است سبب تلفات سنگین به دلیل حمله پرنده‌گان شود.

بهترین روش برای تعیین آمادگی گیاه برای برداشت، آزمون سهولت جدا شدن دانه از غوزه است. برای این کار باید دستکش ضخیمی پوشید و غوزه‌ها را درون دست و با فشار مالش داد و خرد کرد. در صورتی که دانه‌ها به سهولت و به طور کامل از غوزه‌ها جدا شوند گیاه آماده برداشت است. روش دیگر برای تعیین زمان برداشت، بررسی رنگ

برگ‌ها و غوزه‌های مزرعه است. مزرعه گلرنگ هنگامی آماده برداشت است که رنگ برگ‌ها و غوزه قهوه‌ای شده و سبزی فقط در دیررس‌ترین غوزه‌ها مشاهده شود (شکل ۶-۹).



شکل ۶-۹- زمان مناسب برای برداشت گلرنگ

رطوبت دانه‌ها در این مرحله حدود ۱۰ درصد است. براساس آزمایش‌ها در هیچ یک از ارقام زراعی گلرنگ، دوره خواب پیش از برداشت وجود ندارد. در مناطقی که پرندگان زیادی زندگی می‌کنند، تغذیه شدید آنها از دانه‌های رسیده و آماده برداشت، خسارت زیادی را به‌ویژه در ارقام بدون خار یا کم‌خار به عملکرد دانه وارد می‌کند، ازاین‌رو در چنین مناطقی، نباید در برداشت گیاه رسیده و آماده برداشت تاخیر کرد. در سطوح کوچک می‌توان گیاه را با داس درو کرد و دانه را با خرمن‌کوب معمولی جدا کرد.

به‌طور معمول بیشترین مقدار روغن دانه و عدد یدی، ۲۸ روز پس از گل‌دهی به‌دست می‌آید. در آزمایشی در ایران، با استفاده از ارقام بهاره و پاییزه و به‌منظور تعیین بهترین زمان برداشت دانه، مشخص شد که ۲۱ روز پس از پایان گل‌دهی، یعنی هنگامی که رطوبت دانه به حداقل و روغن دانه به حداکثر برسد، مناسب‌ترین زمان برداشت است (احمدی و امیدی، ۱۳۷۵). برداشت غیرمستقیم که به‌طور معمول با برداشت بوته‌ها حدود سه هفته بعد از ۹۰ درصد گل‌دهی بارطوبت بذری ۲۵ درصد، صورت می‌گیرد، در مناطق کشت ارقام زودرس، توصیه می‌شود (شکل‌های ۶-۱۰ و ۱۱-۶).



شکل ۶-۱۰- بوته‌های گلرنگ بعد از درو کردن

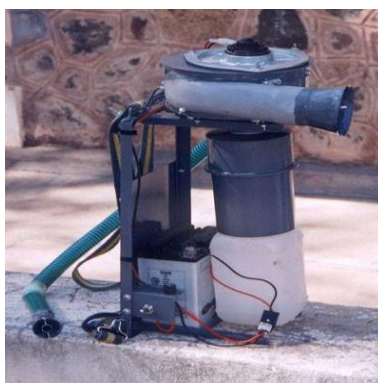


شکل ۶-۱۱- برداشت غیرمستقیم گلرنگ

گلرنگ به طور معمول زودتر از گونه‌های مختلف علف‌های هرز می‌رسد و در زمان برداشت، ماده سبز علف هرز، سبب کاهش کیفیت محصول می‌شود و هزینه‌های تمیز کردن آن را افزایش می‌دهد. وجود علف‌های هرز در میان گیاهان رسیده، که اغلب به دلیل آبیاری بیش از حد در مراحل پایانی رشد گیاه دیده می‌شود، برداشت باکمباین رامنشکل می‌کند و در موارد شدیدتر به چشم‌پوشی از برداشت مزرعه منجر می‌شود. در چنین مواردی نیز برداشت غیرمستقیم کارساز است.

۶-۱۲- برداشت گل

به تازگی برداشت گلچه‌های گلرنگ به عنوان منبع درآمد جدید، توجه کشاورزان را جلب کرده است. در حال حاضر هند و چین از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان گلچه گلرنگ هستند و به همین لحاظ تحقیقات گسترده‌ای برای یافتن ارقام جدید در این کشورها صورت گرفته است (لی و موندل، ۱۹۹۶). ارقام هیبرید هندی جدید مانند Nari.nhi توانایی تولید حدود ۲۱۰ کیلوگرم گلچه در هکتار را دارند، در حالی که ارقام قدیمی، عملکردی حدود ۶۵ - ۶۰ کیلوگرم داشتند. هم‌اکنون برداشت گل در هند به صورت مکانیکی (شکل‌های ۶-۱۲ و ۶-۱۳) و در کشورهایی مانند ایران و چین به صورت دستی انجام می‌گیرد (شکل ۶-۱۴) (راجوانشی، ۲۰۰۵).



شکل ۶-۱۲- دستگاه برداشت گل



شکل ۶-۱۳- برداشت مکانیکی گل



شکل ۶-۱۴- برداشت دستی گل گلرنگ

ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد دانه در غوزه از مهم‌ترین عوامل مستقیم تولید گل در گیاه روغنی گلرنگ به‌شمار می‌روند. به‌طور معمول عملکرد گل ارقام پر محصول بیشتر است. در آزمایشی در ایران بهترین زمان برداشت دستی گلچه‌های گلرنگ، سه روز پس از شروع گل‌دهی و تکرار آن تا پایان گل‌دهی تعیین شد (امیدی، ۲۰۰۲). همچنین نتیجه‌گیری شد که برداشت گلچه تاثیر منفی بر عملکرد دانه ندارد. برای حفظ رنگ و کیفیت رنگدانه‌ها در گلرنگ، گلچه‌های برداشت‌شده باید در سایه خشک شوند. در آخرین بررسی‌ها که توسط دانشکده داروسازی دانشگاه تهران انجام گرفت، نتیجه گرفته شد که رنگدانه‌های گلرنگ هیچ گونه خاصیت جهش‌زایی و سوء تغذیه‌ای ندارند (محسنی و همکاران، ۲۰۰۶).

۶-۱۳- انبارداری

انبار گلرنگ باید طوری طراحی و احداث شود که تنفس بذرها به کمترین حد برسد. تلفات قوه نامیه بذر انبارشده به سرعت تنفس بستگی دارد که می‌توان آن را با کاهش دما، رطوبت ابتدایی بذر و اکسیژن در دسترس، محدود کرد. نوع ظرفی که برای نگهداری بذرها استفاده می‌شود، بر قوه نامیه بذر تاثیر می‌گذارد. کیسه‌های ساخته‌شده از یک لایه پلاستیک و کاغذ یا پلی‌استرهای محکم، از بسته‌های پلاستیکی یا کاغذی مناسب‌ترند. در انبار مناسب، با حدود ۵ درصد رطوبت و ۱۰ - ۱۲ درجه سانتی‌گراد دمای ثابت، با تهویه مناسب قوه نامیه بذر گلرنگ، سال‌های طولانی، حفظ می‌شود. گاهی می‌توان با ضدعفونی بذرها با استفاده از مواد شیمیایی مانده‌الوژن‌های کلر وید سرعت فاسد شدن را کاهش داد. مهم‌ترین عامل در انبارداری طولانی مدت - صرف‌نظر از ظرف- استفاده از بذر سالم با

رطوبت اولیه کم است. بهترین رطوبت بذر گلرنگ برای انبارداری حدود ۹/۵ درصد است. به همین دلیل گاهی استفاده از خشک کن برای کاهش مقدار رطوبت بذر برداشت شده ضروری است. برای به حداقل رساندن خسارت، نباید دمای خشک کن ها از ۵۸ درجه سانتی گراد بیشتر شود (ویس، ۲۰۰۰).

حشرات زیادی به گلرنگ حمله و از آن به عنوان منبع غذایی تغذیه می کنند (خواجه پور، ۱۳۸۳). در گیاه گلرنگ مانند گندم، جو، چاودار و یولاف، امکان جبران اجزای عملکرد وجود دارد و با خسارت به جوانه های اولیه گلرنگ نیز جوانه های جدید تشکیل می شوند. به دلیل این ویژگی های جبرانی، خسارت بعضی از آفات تاثیر کمتری بر عملکرد دانه دارد. خسارت حشرات به گلرنگ ممکن است در مراحل مختلف رشد گیاه از گیاهچه ای تا ساقه دهی و از غنچه دهی تا گل دهی اتفاق بیفتد. غنچه دهی تا گل دهی، حساس ترین مرحله رشدی گیاه در مقابل آفات است. کشت به هنگام گلرنگ منجر به تولید بوته های قوی و در نتیجه تحمل بیشتر گیاه به آفات می شود. استفاده از سموم آفت کش برای مبارزه با حشرات در بیشتر مواقع ضروری نیست. در این فصل آفات مهم گلرنگ با جزئیات بیشتر، بررسی می شود.

۷-۱- مگس گلرنگ

مگس گلرنگ^۱ مهم ترین آفت گلرنگ است که در بیشتر نقاط روی گلرنگ های وحشی زندگی می کند و در صورت حمله به زراعت گلرنگ و عدم رعایت اصول کنترل آفات، تا ۹۰ درصد محصول را از بین می برد. مگس های بالغ بسته به آب و هوای مناطق مختلف در ماه های اردیبهشت و خرداد در مزارع ظاهر می شوند، گل یا غنچه های تازه تشکیل شده را می شکافند و درون آنها تخم ریزی می کنند (انارکی، ۱۳۸۰، زینلی، ۱۳۷۸ و ویس، ۲۰۰۰). این آفت در تمام مناطق کشت گلرنگ در ایران گسترش دارد (خواجه پور، ۱۳۸۳). طول این حشره در حدود ۵ میلی متر است که با بال های باز به ۱۰ میلی متر می رسد. حشرات بالغ خاکستری و دارای پاهایی به رنگ قهوه ای روشن هستند (شکل ۷-۱).



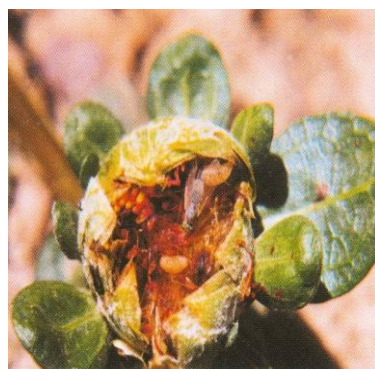
شکل ۷-۱- مگس گلرنگ

^۱-*Acanthiophilus helianthi*

۷-۱-۱- نحوه خسارت مگس گلرنگ

حشرات ماده پس از جفتگیری، تخم‌هایشان را به‌طور دسته‌جمعی و با سوراخی که در ۳-۲ برگچه اطراف غوزه ایجاد می‌کنند، در داخل غوزه قرار می‌دهند. تخم‌گذاری در دسته‌های ۲۴-۶ تایی در هر روز انجام می‌گیرد. تخم‌ها بعد از تفریغ، لاروهای ریزی تولید می‌کنند. لاروهای درون غوزه از تخمدان و تخمک‌ها تغذیه می‌کنند. سوراخ‌هایی که توسط لاروهای سن ۱ و ۲ ایجاد می‌شود، ریز است، ولی به‌تدریج که لارو رشد می‌کند، سوراخ‌ها نیز بزرگ‌تر می‌شوند. لاروها از قسمت کناری به‌سمت قسمت مرکزی و پایین غوزه حرکت می‌کنند و در مسیر حرکت خود کانالی ایجاد کرده و با سوراخ کردن دانه‌ها، از محتویات آنها تغذیه می‌کنند. اگر دانه‌های گلرنگ‌درشت باشند، لارو قسمتی از آن را می‌خورد و وارد دانه دیگری می‌شود، ولی اگر دانه‌ها کوچک و نارس باشند، لارو تمام آنها را می‌خورد و آنها را از بین می‌برد. طول سوراخ ایجاد شده توسط لارو در غوزه حدود یک سانتی‌متر است و در داخل هر حفره چندین لارو وجود دارد. پس از تغذیه لاروها از غوزه، شیرابه‌ای قهوه‌ای با بوی نامطبوع جاری می‌شود که به‌خوبی نمایانگر حمله آفت است (انارکی، ۱۳۸۰، زینلی، ۱۳۷۸ و ویس، ۲۰۰۰).

غنچه‌های آلوده در اثر تغذیه لاروها به رنگ قرمز مایل به قهوه‌ای در می‌آیند که در این حالت می‌توان به وجود آفت مگس گلرنگ در مزرعه پی برد. درون غنچه‌های آلوده، لاروهای آفت شبیه به دانه برنج به‌خوبی دیده می‌شوند (شکل ۷-۲).



شکل ۷-۲- خسارت مگس گلرنگ

لاروها در داخل غوزه به شفیره تبدیل شده و سپس حشره کامل می‌شوند. حشره کامل به کشت‌های کرپه گلرنگ حمله می‌کند و این تسلسل در شرایط مناسب آب و هوایی، ممکن است تا سه نسل ادامه یابد. اگر این آفت به زراعت گلرنگ در مرحله غنچه حمله کند، غوزه دانه‌ای تولید نمی‌کند، ولی اگر غوزه گل‌دار آلوده شود، ممکن است دانه اندکی تولید کند، که در هر صورت برداشت، اقتصادی نخواهد بود (انارکی، ۱۳۸۰، زینلی، ۱۳۷۸ و ویس، ۲۰۰۰).

۷-۱-۲- مدیریت مگس گلرنگ

برای کنترل مگس گلرنگ می‌توان از روش‌های زراعی، مکانیکی، بیولوژیکی و شیمیایی به‌شرح زیر استفاده کرد:

۱- کشت در زمان مناسب؛

- ۲- تمیز نگه داشتن مزرعه و حذف بوته‌های وحشی گلرنگ که یکی از میزبان‌های اصلی مگس گلرنگ است؛
- ۳- استفاده از واریته‌های مقاوم در صورت امکان. دو گونه گلرنگ وحشی‌فلاوسنس و لاناتوس، حامل ژن‌های مقاومت در برابر مگس گلرنگ هستند (کومار، ۱۹۹۳)؛
- ۴- استفاده از ارقام خاردار به دلیل مزاحمتی که برای فعالیت لاروها ایجاد می‌کنند، در کنترل مگس گلرنگ مؤثر است؛
- ۵- حذف اولیه و تخریب جوانه‌های گل آلوده؛
- ۶- استفاده از تله نوری؛
- ۷- استفاده از عوامل کنترل‌کننده زیستی مانند: اوری‌موروس^۱، یوری‌توما^۲، سیتوموپوس ماسکاروم^۳ و براکون^۴ (ویس، ۲۰۰۰)؛
- ۸- استفاده از دی‌متوات^۵ EC ۳۰ به مقدار ۶۵۰ - ۶۰۰ میلی‌لیتر در هکتار؛
- ۹- استفاده از مالاتیون EC ۵۰ به مقدار یک لیتر در هکتار؛
- ۱۰- در ایران برای مبارزه با مگس گلرنگ از سموم فسفره سیستمیک مانند متاسیستوکس یا دیازینون به نسبت ۲/۵ - ۲ در هزار استفاده می‌شود. بهترین زمان سمپاشی، مرحله شروع غنچه‌دهی و در صورت نیاز، تکرار آن بعد از ۱۵ روز است.

۲-۷- شته گلرنگ

شته گلرنگ^۶ یکی از آفات مهم این گیاه است. حدود ۱۴ گونه مختلف شته که به گلرنگ خسارت می‌زنند، در سراسر جهان شناسایی شده است. البته ۴ - ۳ گونه اهمیت اقتصادی دارند و آسیب زیادی به گیاه وارد می‌کنند که این گونه‌ها عبارتند از داکتی‌نوتوس کارتامی^۷، ماکروسیفیوم کامپوزیته^۸، یورولئوکات کامپوزیته^۹ و ماکروسیفیوم کارتامی^{۱۰}. گونه‌های ثبت‌شده دیگر اهمیت اندکی دارند (ویس، ۲۰۰۰). شته‌ها، حشراتی با بدن نرم هستند که ۲ - ۱/۵ میلی‌متر طول دارند. حشرات بالغ بزرگ‌تر و سیاه هستند، بدن گلابی‌شکل و بال‌دار یا بدون بال هستند (شکل ۳-۷).

۱- *Orymurus sp*

۲- *Eurytoma sp*

۳- *Stenomalus muscarum*

۴- *Bracon sp*

۵- Dimethoate

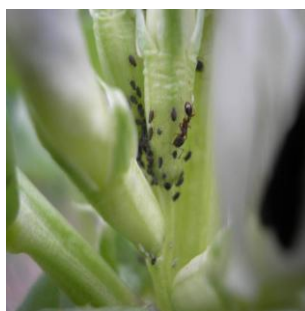
۶- *Uroleucon carthami*

۷- *Dactynotus carthami*

۸- *Macrosiphum carthami*

۹- *Uroleucon compositae*

۱۰- *Macrosiphum carthami*



شکل ۷-۳- شته گلرنگ

فرم‌های بالدار، اغلب به تعداد زیاد در اولین زمان شیوع آفت یعنی مراحل اولیه رشد گیاه و سپس در مرحله رسیدن دیده می‌شوند. فرم‌های بدون بال اغلب به تعداد زیاد در حدود ۵۰ روز پس از کشت دیده می‌شوند و تا ۹۰-۱۰۰ روزگی بوته‌ها فعال باقی می‌مانند. رنگ پوره‌ها، قهوه‌ای مایل به قرمز است (گوتام و همکاران، ۱۹۹۵).

۷-۲-۱- نحوه خسارت شته گلرنگ

طی مرحله قبل از گل‌دهی، پوره و حشره کامل، شیره سلولی انتهای شاخه‌ها، دم گل، برگ‌ها و ساقه‌ها را می‌مکد و بر روی سطح رویی برگ‌ها و قسمت‌های مختلف گیاه، شیره عسل‌مانندی ترشح می‌کند که به تشکیل ماده‌ای سیاه‌رنگ منجر می‌شود. این پدیده فعالیت فتوسنتزی را محدود می‌سازد و سبب کاهش رشد گیاه و عملکرد می‌شود و در نهایت، گیاه خشک می‌شود. این آفت ممکن است حدود ۵۰ - ۴۰ درصد افت عملکرد را موجب شود. هجوم این آفت ممکن است از ۴۵ - ۳۰ روزگی گیاه اتفاق بیفتد. اگر جمعیت شته حدود هزار عدد در یک بوته باشد، بوته به کلی از رشد باز می‌ماند و به تدریج از بین می‌رود. تعداد ۵۰۰ شته در یک بوته، قابل تحمل است (گوتام و همکاران، ۱۹۹۵).

۷-۲-۲- مدیریت شته گلرنگ

در ایران خسارت این آفت چندان جدی نیست و به طور معمول مبارزه شیمیایی که علیه مگس گلرنگ انجام می‌گیرد، در کنترل این آفت نیز مؤثر است. آفت‌کش‌های شیمیایی فقط هنگامی مصرف می‌شوند که جمعیت حشره از آستانه اقتصادی فراتر رفته باشد. با این حال روش‌های زیر برای کنترل این آفت پیشنهاد شده است:

۱- اجتناب از کشت دیر هنگام گلرنگ؛

۲- کنترل حمله آفت در صورتی که از ردیف‌های حاشیه‌ای شروع شده باشد؛

۳- اجتناب از استفاده بیش از حد نیتروژن؛

۴- استفاده از ازاره‌های مقاوم در صورت امکان؛

۵- کشت دو یا سه ردیف ذرت و سورگوم در اطراف مزرعه؛

- ۶- رهاسازی انواع حشرات شکارچی مانند کریسوپیدزها^۱ و عنکبوت؛
- ۷- رها کردن انگل‌های داخلی مانند سودندافیس^۲ در هفته اول اردیبهشت؛
- ۸- محافظت از گونه‌های افی‌دنسیروتوس افیدوروس^۳، میکروموس سینریز^۴، و هارمونیا اکتاماکولات^۵ (گوتام و همکاران، ۱۹۹۵).
- ۹- مصرف دی‌متوات EC۳۰ به میزان ۷۵۰ میلی‌لیتر در هکتار .

۷-۳- هلیوتیس

آفت هلیوتیس^۶ دارای تخم‌های کروی به رنگ زرد مایل به سبز است که به صورت منفرد بر روی برگ‌ها یا غوزه‌ها قرار می‌گیرند. کرم این آفت متمایل به سبز است و خطوط شکسته‌ای به رنگ خاکستری تیره در دو طرف آن مشاهده می‌شود. مرحله شفیرگی آن در خاک اتفاق می‌افتد. این آفت از آبان تا فروردین فعال است (شکل‌های ۷-۴ و ۷-۵).



شکل ۷-۴- لارو هلیوتیس



شکل ۷-۵- حشره کامل هلیوتیس

۷-۳-۱- نحوه خسارت هلیوتیس

در مراحل اولیه رشد گیاه، لارو از برگ‌ها و انتهای شاخه‌ها تغذیه می‌کند. سپس لارو به سمت غوزه، متمایل می‌شود. علائم خسارت این آفت شامل برگ‌ها، براکته‌ها و غوزه‌های سوراخ شده است (بی‌نام، ۲۰۱۰b).

۱- Chrysopids
 ۲- Pseudendaphis sp
 ۳- Aphidencyrus aphidivorus
 ۴- Micromus cinearis
 ۵- Harmonia octomaculat
 ۶- Helicoverpa armigera

۷-۳-۲- مدیریت هلیوتیس

۱- کشت گیاه در زمان مناسب؛

۲- رعایت تناوب زراعی با گیاهان غیرمیزبان مانند گندم و جو؛

۳- خودداری از کشت نخود در تناوب زراعی؛

۴- خودداری از مصرف بیش از حد نیتروژن (بی نام، ۲۰۱۰b)؛

۵- استفاده از برخی از ویروس‌ها مانند NPV^۱؛

۶- رهاسازی گونه‌هایی مانند انیکوسپلوس^۲ (بی نام، ۲۰۱۰b)؛

۷- استفاده از سم اندوسولفان EC۳۵ به مقدار ۷۵۰ میلی‌لیتر در هکتار.

شایان ذکر است که از آفت‌کش‌های شیمیایی فقط زمانی باید استفاده کرد که جمعیت حشره از حد آستانه اقتصادی فراتر رفته باشد. آستانه اقتصادی برای آفت هلیوتیس ۵۰ لارو در ۱۰۰ بوته است.

۷-۴-۱- کرم برگ‌خوار گلرنگ

یکی از آفات مهم گلرنگ، کرم برگ‌خوار^۳ گلرنگ است. این آفت در سراسر هند پراکنده شده است. حشره بالغ به رنگ قهوه‌ای روشن و پروانه‌ای با اندازه متوسط همراه با علائم موج‌دار کمرنگ در بال‌های جلویی است. کرم این حشره قوی، سبز رنگ و نرم است (شکل ۷-۶). بخش انتهایی، برآمده و برخی علائم ارغوانی‌رنگ در بدن مشاهده می‌شود (بی نام، ۲۰۱۰b).



شکل ۷-۶- کرم برگ‌خوار گلرنگ

۷-۴-۱- نحوه خسارت کرم برگ‌خوار گلرنگ

لاروهای تازه و از تخم خارج شده این حشره از پارانشیم برگچه‌های غوزه و برگ‌های جوان، شروع به تغذیه می‌کنند، به‌طوری که برگچه‌های جوان سوراخ‌سوراخ می‌شوند و در هجوم شدید آفت، فقط رگبرگ‌ها باقی می‌مانند.

۱- Nuclear Polyhedrosis Virus

۲- *Enicospilus* sp

۳- *Perigaea capensis*

خسارت عمده لاروها سنین بعدی است که به غنچه‌ها و غوزه‌ها حمله می‌کنند و در اثر تغذیه، مانع رشد غوزه و تشکیل دانه می‌شوند.

۷-۴-۲- مدیریت کرم برگ‌خوار گلرنگ

- ۱- رعایت تناوب زراعی با گیاهان غیرمیزبان مانند گندم؛
- ۲- خودداری از استفاده بیش از حد نیتروژن؛
- ۳- جمع‌آوری و از بین بردن کرم‌ها؛
- ۴- رهاسازی گونه‌هایی مانند آپانتلس روفیکروس^۱ و متاریزیومانیسوپلی^۲ (بی‌نام، ۲۰۱۰b)؛
- ۵- مصرف فن‌والریت EC۲۰ به میزان ۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار.

۷-۵-۵- کرم‌های طوقه‌بر

این آفت در زیر خاک زندگی کرده و از گیاهچه‌ها در سطح یا زیر خاک تغذیه می‌کند. سه گونه مهم کرم‌های طوقه‌بر شامل اگری گوا^۳ اگریلیاریس، اگروتیس اورتاگونیا^۴ و اگری گوا^۵ اوگروگاستر^۵ است (شکل‌های ۷-۷ تا ۷-۹). کرم طوقه‌بر اغلب به طول ۵ - ۴ سانتی‌متر، به رنگ خاکستری مایل به قهوه‌ای یا زرد مایل به خاکستری و صاف و براق است.

۷-۵-۱- نحوه خسارت کرم‌های طوقه‌بر

این آفت در مزارعی که کشت قبلی آنها یونجه، محصولات دانه‌ریز و علف‌های هرز گندمی‌ها باشد، بیشتر تقویت می‌شود. اگر در مزرعه، بوته کافی موجود باشد، گلرنگ می‌تواند گیاهچه‌های از دست‌رفته را جبران کند.



شکل ۷-۷- کرم طوقه‌بر اگری گوا^۳ اگریلیاریس

۱- *Apanteles ruficrus*

۲- *Metarhizium anisopliae*

۳- *Euxoa auxiliaris*

۴- *Agrotis orthogonia*

۵- *Euxoa ochrogaster*



شکل ۷-۸- کرم طوقه بر اگروتیس اورتاگونیا



شکل ۷-۹- کرم طوقه بر اگری گوا اوگروگاستر

۷-۵-۲- مدیریت کرم طوقه بر

از سم کاربایل WP^۱ ۵۰ به عنوان طعمه، بعد از مشاهده خسارت می توان استفاده کرد. اگر گیاهچه ها به اندازه کافی بزرگ باشند تا در مقابل خسارت ملایم مقاومت کنند، می توان از یک حشره کش باکتریایی به اسم ام-وی-پی باکتوسپین^۲ نیز استفاده کرد که در این روش، باکتری سیستم هضم حشره را یک یا دو روز بعد آلوده می کند (هنینگ و همکاران، ۱۹۹۲).

۷-۶- سن لیگوس

سن لیگوس^۳ از جوانه ها و غوزه هایی که گل هایشان در حال شکوفایی است، تغذیه می کند (شکل ۷-۱۰). در صورتی که تعداد این آفت زیاد باشد، به قهوه ای شدن جوانه ها منجر می شود. این آفت زمانی خسارت اقتصادی ایجاد می کند که کشت دیر هنگام باشد، که در این حالت بعد از افزایش جمعیت، زمان کافی برای رشد روی گلرنگ و دیگر گیاهان زراعی مجاور را خواهند داشت. سن لیگوس به طور کلی از غوزه های جوان تغذیه می کند. البته در بسیاری از موارد خسارت سطحی است و در نتیجه مقدار بسیار کمی دانه از بین می رود. اگر غوزه های شاخه های اولیه و ثانویه، دانه تشکیل داده باشند، نیازی به سمپاشی نیست. در صورتی که نیاز به کنترل سن لیگوس احساس شود تا امکان مهاجرت آن به پنبه و دیگر گیاهان زراعی فراهم نشود، می توان از حشره کش های شناخته شده - پیش از آنکه پوره ها تشکیل بال داده باشند- استفاده کرد (هنینگ و همکاران، ۱۹۹۲). سن لیگوس با تغذیه از

^۱- Carbaryl

^۲- MVP Bactospeine.

^۳-*Lygus hesperus*

دانه‌های در حال تشکیل گیاهی همانند آفتابگردان، سبب ایجاد لکه‌های قهوه‌ای بر روی آن می‌شود و کیفیت آجیلی را کاهش می‌دهد (چارلت و گولیا، ۲۰۰۲).



شکل ۷-۱۰- سن لیگوس

۷-۷- کرم مفتولی

کرم مفتولی^۱ به رنگ زرد یا کهربایی است (شکل ۷-۱۱). چرخه زندگی کرم مفتولی ۵ - ۳ سال است. این آفت با تخریب بذرهای جوانه‌زده و ریشه، سبب کاهش تعداد بوته می‌شود. در مزرعه‌ای با تراکم مناسب، خسارت متوسط کرم مفتولی، کاهش معنی‌دار عملکرد را سبب نمی‌شود. در خسارت‌های شدید، می‌توان از تیمار بذر با کلرپیریفوس اتیل^۲ استفاده کرد (هنینگ و همکاران، ۱۹۹۲).



شکل ۷-۱۱- کرم مفتولی

۷-۸- ملخ

ملخ‌ها به‌ویژه ملخ دونواره^۳ (شکل ۷-۱۲) از ابتدای جوانه‌زنی تا مرحله بعد از گل‌دهی به گل‌رنگ حمله می‌کنند، البته بیشترین خسارت در انتهای فصل زراعی رخ می‌دهد. این آفت با جویدن به گیاه خسارت می‌زند و به‌راحتی از برگ‌ها، غوزه‌ها و گل‌های گل‌رنگ تغذیه می‌کند (شکل ۷-۱۳).

^۱-*Limonius spp*

^۴-Chlorpyrifos ethyl

^۳ - *Melanoplus bivittatus*



شکل ۷-۱۲. ملخ دونواره



شکل ۷-۱۳- خسارت شدید ملخ در گلرنگ

ملخ بال شفاف^۱ به طور طبیعی از گیاهان پهن برگ تغذیه نمی کند (هنینگ و همکاران، ۱۹۹۲، جانسون و موندل، ۱۹۸۷ و موندل و همکاران، ۲۰۰۴). خسارت این ملخ در گلرنگ، اغلب به انتهای ساقه ها محدود می شود (شکل ۷-۱۴).



شکل ۷-۱۴- خسارت ملخ بال شفاف به انتهای ساقه گلرنگ

^۱-*Camnula pellucida*

گلرنگ در مناطقی با رطوبت هوای کم و خاک عمیق با زهکشی مناسب، بهترین عملکرد را تولید می‌کند. بسیاری از بیماری‌های گلرنگ زمانی اتفاق می‌افتد که شرایط خاک متفاوت باشد. بیماری‌های گوناگونی به گلرنگ خسارت می‌زنند و در صورت افزایش سطح کشت، تنوع بیماری‌های گلرنگ افزایش خواهد یافت. استفاده از تناوب زراعی، آبیاری مناسب، کشت بذرهای سالم و عاری از بیماری برای کنترل بیماری‌های گلرنگ بسیار مؤثر است. گلرنگ به بسیاری از بیماری‌های قارچی و ویروسی حساس است. در گیاه گلرنگ، ژنتیک و نحوه توارث مقاومت و تحمل به بیماری در بسیاری از موارد به خوبی شناخته نشده است. در این فصل به برخی از بیماری‌های قارچی و ویروسی گلرنگ اشاره می‌شود.

۸-۱- بیماری لکه‌برگی آلترناریایی

بیماری لکه‌برگی آلترناریایی^۱ یا لکه‌برگی خاکستری^۲ توسط قارچ آلترناریاکارثامی^۳ اغلب در مناطقی اتفاق می‌افتد که بارندگی و رطوبت زیادی دارند. دمای مناسب برای رشد این قارچ ۲۵ - ۳۰ درجه سانتی‌گراد است و حداکثر رشد در pH=۶ صورت می‌گیرد (ویس، ۱۹۸۳). این بیماری به سرعت گسترش می‌یابد و در موارد شدید مقدار روغن و عملکرد را کاهش می‌دهد. بذرهای آلوده، تغییر رنگ می‌دهند، کیفیت ضعیف‌تری دارند و جوانه‌زنی آنها کاهش می‌یابد (شکل ۸-۱).



شکل ۸-۱- بذر گلرنگ آلوده به آلترناریا (سمت چپ) و بذر سالم گلرنگ (سمت راست)

۱- Alternaria black spot

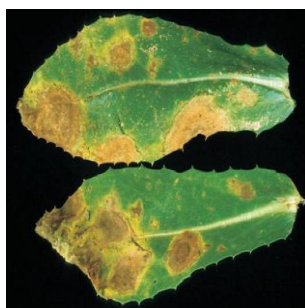
۲- Gray leaf spot

۳- Alternaria carthami

گونه کارتامی^۱ شایع‌ترین گونه‌ای است که روی گلرنگ شناخته شده است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که این گونه در تمام مراحل رشد گیاه بیماری‌زاست. بذره‌های آلوده، منبع اولیه لکه‌برگی در طول دوره رشد هستند. تولید اسپورهای عامل بیماری زای آلترناریا با ترکیب دما، رطوبت و باد شروع شده و به تکثیر در مزرعه و مناطق دورتر برای گسترش ثانویه بیماری منجر می‌شود (برگمن و همکاران، ۲۰۰۰).

۸-۱-۱- علائم بیماری لکه‌برگی آلترناریایی

بیماری قبل از گل‌دهی در برگ‌ها و براکته‌های گل‌ها به صورت لکه‌های کوچک قهوه‌ای و قهوه‌ای تیره به قطر حدود یک سانتی‌متر و اغلب در شکل حلقه‌های هم‌مرکز و موج‌دار ظاهر می‌شود (شکل ۸-۲).



شکل ۸-۲- نشانه آلودگی به بیماری لکه‌برگی خاکستری در برگ‌های گلرنگ

لکه‌ها ممکن است به هم پیوسته باشند و علائم نامنظمی را نشان دهند. آلودگی شدید ممکن است سبب ترک خوردن و شکستگی کامل برگ شود. عامل بیماری‌زا که به بخش انتهایی گلرنگ حمله می‌کند، به قهوه‌ای شدن بذره‌های آلوده می‌انجامد. دانه‌های آلوده سبب پژمردگی گیاهچه و از بین رفتن آن می‌شود. در خسارت‌های شدید، دانه‌های چروکیده و خالی در غوزه‌ها تشکیل می‌شود و در صورت شدت بیشتر، هیچ گلی در انتهای شاخه تشکیل نمی‌شود (شکل ۸-۳).



شکل ۸-۳- نشانه آلودگی به بیماری لکه‌برگی خاکستری آلترناریا در مزرعه گلرنگ

^۱ - A. Carthami

در سال‌ها و مکان‌هایی که میزان بارندگی و رطوبت نسبی زیاد باشد، بیماری موجب خسارت شدید روی برگ‌ها، براکته‌های گل، غوزه‌ها و دانه می‌شود. جوانه‌های آلوده باز نشده، چروکیده و خشک می‌شوند (ویس، ۲۰۰۰). همچنین عامل بیماری زای آلترناریا، گیاهچه گلرنگ را آلوده می‌کند و سبب پژمردگی آن می‌شود.

۸-۱-۲- کنترل بیماری لکه‌برگی آلترناریایی

۱- استفاده از بذره‌های تولیدی مناطق کم‌باران، در مناطق پر باران، زیرا اهمیت منبع بذر در مقایسه با رطوبت و دمای خاک طی جوانه‌زنی و سبز کردن، برای کاهش بیماری آلترناریا در مرحله گیاهچه‌ای بیشتر است (موندل و همکاران، ۱۹۹۵). بازدید از مزرعه به تنهایی برای تعیین آلودگی دانه به بیماری آلترناریا کافی نیست؛

۲- کشت با تراکم کم، زیرا جمعیت گیاهی که امکان تبادل هوای مناسب را داشته باشد، سبب کاهش شدت بیماری می‌شود؛

۳- رعایت دقیق تاریخ کشت

۴- استفاده از تناوب زراعی، زیرا عامل بیماری زای آلترناریا در بذره‌های آلوده گلرنگ و بقایای گیاهی باقی می‌ماند ((موندل و همکاران، ۱۹۹۵ و ویس، ۱۹۸۳). با توجه به اینکه عامل بیمارگر آلترناریا ماهیت بذرزاد درونی دارد، ضد عفونی بذر با تیمارهای قارچ‌کش، قادر به حذف کامل آن نخواهد شد (ایروین، ۱۹۷۶)، بنابراین استفاده از بذرهایی که در مناطق عاری از بیماری تهیه شده‌اند، ضروری است (رانگا، ۱۹۸۹)؛

۵- تیمار بذر با کاربندازیم^۱ به مقدار ۱/۵ گرم برای هر کیلوگرم بذر؛

۶- استفاده از سم مانکوزب^۲ (۰/۲۵ درصد) بلافاصله بعد از مشاهده بیماری در حد زیاد و تکرار آن بعد از دو هفته، بسته به شدت بیماری مؤثر خواهد بود.

۸-۲- بیماری لکه‌برگی رامولاریایی^۳

قارچ عامل این بیماری در فرم جنسی^۴ به‌طور معمول روی زخم‌های بقایای گیاهی، تولید پیکنیدیوم‌های قهوه‌ای رنگی می‌کند، سپس پیکنیدیوسپورها با فراهم شدن شرایط مناسب در سطح برگ جوانه می‌زنند. به‌طور معمول جوانه‌زنی در آب و هوای گرم و مرطوب گسترش می‌یابد.

۸-۲-۱- علائم بیمار لکه‌برگی رامولاریایی

لکه‌های قهوه‌ای به قطر حدود ۱۰ میلی‌متر در سطح برگ‌ها از علایم اولیه این بیماری است. به‌طور معمول این لکه‌ها گسترش و به یکدیگر می‌پیوندند و در نتیجه باعث خشکیدگی برگ‌ها، ریزش آنها و کاهش محصول و کیفیت دانه می‌گردند. در ابتدا این لکه‌ها رنگ‌پریده و سفید و سپس قهوه‌ای می‌شوند. مرکز لکه‌ها سفید باقی می‌ماند که در واقع پوشش اسپوره‌های قارچ است. (شکل ۸-۴).

۱- Carbendazim

۲- Mancozeb

۳- Ramularia leaf (Safflower brown spot)

۴- *Mycosphaerella carthami*



شکل ۸-۴- نشانه‌های لکه‌برگی رامولاریایی

۸-۲-۲- کنترل بیماری لکه‌برگی رامولاریایی

- ۱- استفاده از ارقام مقاوم؛
- ۲- استفاده از بذره‌های مزارع غیر آلوده برای کشت؛
- ۳- رعایت تناوب صحیح زراعی؛
- ۴- از بین بردن بقایای گیاهی بعد از برداشت؛
- ۵- استفاده از سموم بنومیل، کاپتان و تیرام بلافاصله بعد از مشاهده بیماری.

۸-۳- لکه‌برگی سرکوسپورایی^۱

عامل این بیماری در گلرنگ قارچی به نام سرکوسپورا کارتامی^۲ است. این بیماری در مراحل مختلف رشد، به گیاه حمله می‌کند. به‌طور کلی بیماری، چند هفته بعد از کشت، یا در مرحله گل‌دهی به گلرنگ هجوم می‌آورد. قارچ عامل بیماری در بذر و بقایای گیاهی آلوده باقی می‌ماند و اسپورهای هوازی در اثر وزش باد منتشر می‌شوند. هوای گرم و مرطوب موجب گسترش بیماری می‌شود (بی‌نام، ۲۰۱۰a).

۸-۳-۱- علائم بیماری لکه‌برگی سرکوسپورایی

لکه‌های گرد یا نامنظم به قطر ۱۰ - ۳ میلی‌متر در برگ‌های گلرنگ ایجاد می‌شود (شکل ۸-۵).



شکل ۸-۵- نشانه آلودگی به لکه‌برگی سرکوسپورایی روی برگ‌های گلرنگ

۱- Cercospora leaf spot

۲- Cercospora carthami

این لکه‌ها با هاله‌ای زردرنگ احاطه می‌شوند. علائم ابتدا در برگ‌های پایینی ظاهر می‌شود و سپس به برگ‌های بالایی گسترش می‌یابند. ساقه و گره‌ها نیز ممکن است تحت تاثیر بیماری قرار گیرند. در خسارت‌های شدید، براکته‌ها نیز آلوده می‌شوند و لکه‌های قهوه‌ای مایل به قرمز روی آنها پدید می‌آید (شکل ۸-۶). جوانه گل‌های آلوده قهوه‌ای می‌شوند و می‌میرند (بی‌نام، ۲۰۱۰a و ویس، ۲۰۰۰).



شکل ۸-۶- نشانه آلودگی به لکه‌برگی سرکوسپورایی روی غوزه گلرنگ

۸-۳-۲- کنترل بیماری لکه‌برگی سرکوسپورایی

- ۱- کشت ارقام مقاوم؛
- ۲- رعایت بهداشت مزرعه و جمع آوری گیاهان آلوده و بقایای موجود؛
- ۳- کشت در زمان توصیه شده؛
- ۴- شخم عمیق در تابستان؛
- ۵- ضدعفونی بذر با تیرام به مقدار ۳ گرم برای هر کیلوگرم بذر و سمپاشی مانکوزب به مقدار ۲/۵ گرم یا کاربندازیم به مقدار یک گرم در هر لیتر آب (بی‌نام، ۲۰۱۰a).

۸-۴- زنگ گلرنگ

عامل بیماری زنگ گلرنگ^۱ قارچ پوشینیا کارتامی^۲ است (کولته، ۱۹۸۵). قارچ عامل این بیماری، چرخه زندگی پیچیده‌ای دارد و بسته به مراحل مختلف زندگی قارچ، انواع مختلف اسپور را تولید می‌کند این بیماری اغلب در انتهای فصل اتفاق می‌افتد. تلئوسپورهای سیاه در انتهای چرخه رشدی گیاه ظاهر می‌شوند و می‌توانند بذرها را آلوده کنند یا در خاک باقی بمانند. این اسپورها بازیدوسپوری تولید می‌کنند که می‌توانند گیاهچه‌های تولیدی از بذرها را آلوده یا گیاهچه‌های حاصل از بذر گلرنگ‌های سال زراعی قبل را آلوده کنند. البته بذرهایی که به شدت آلوده به زنگ شده باشند به خوبی جوانه نخواهند زد. بیماری زنگ در مرحله گیاهچه‌ای نسبت به مرحله رسیدن خسارت بیشتری وارد می‌کند. آلودگی گیاهچه، زمانی اتفاق می‌افتد که بذرها با تلئوسپورها آلوده شده باشند.

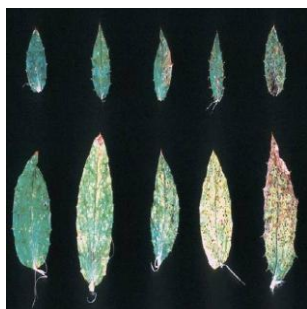
^۱ - Safflower rust

^۲-*Puccinia carthami*

آلودگی گیاه در این مرحله سبب خم شدن ساقه می‌شود. برخی بوته‌ها از بین می‌روند و برخی دیگر قادر به تشکیل دانه نخواهند بود. بوته‌های خم شده از کمبود آب، پژمرده یا در اثر وزش باد دچار خوابیدگی می‌شوند. برخی از نژادهای فیزیولوژیک زنگ شناسایی شده‌اند. واریته‌های تجاری گلرنگ، مقاوم به تمام نژادهای زنگ، در حال حاضر موجود نیست، گرچه برخی از واریته‌ها نسبت به تعدادی از نژادها مقاوم‌اند (هنینگ و همکاران، ۱۹۹۲).

۸-۴-۱- علائم بیماری زنگ گلرنگ

عامل بیماری‌زا در بذرها، آلوده گلرنگ می‌تواند به لپه‌ها، برگ‌ها و ساقه گیاهچه‌های جوان حمله کند و موجب پژمردگی و زردی لپه‌ها شود. البته، بیماری از مرحله گل‌دهی تا تشکیل دانه بسیار مشخص است. جوش‌های کوچکی (به طول ۲ - ۱ میلی‌متر) به رنگ قهوه‌ای روی برگ‌ها و براکته‌های گل تشکیل می‌شود. در انتهای فصل، جوش‌ها سیاه می‌شوند و زخم‌های بزرگ‌تر را تشکیل می‌دهند (شکل ۸-۷).



شکل ۸-۷- نشانه آلودگی به بیماری زنگ گلرنگ بر روی برگ‌های گلرنگ: آلودگی

کمتر (سمت چپ) تا آلودگی بیشتر (سمت راست)

برگ‌هایی که به شدت مورد هجوم قرار گرفته‌اند، پیش از رسیدن از بین می‌روند (شکل ۸-۸). طی فصل رشد، جوش‌های زنگ باز شده و اسپورهای قهوه‌ای مایل به قرمز آزاد می‌شود که آلودگی ثانویه، از گیاه به گیاه را در پی دارد (هنینگ و همکاران، ۱۹۹۲).



شکل ۸-۸- خسارت شدید زنگ گلرنگ در مزرعه

۸-۴-۲- کنترل بیماری زنگ گلرنگ

- ۱- رعایت بهداشت مزرعه و جمع‌آوری بقایای گیاهی آلوده برای کاهش اینوکولوم در مزرعه، زیرا عامل بیماری‌زای زنگ، زمستان را به‌صورت تلئوسپورهای^۱ سیاه بر روی بافت گیاه آلوده سپری می‌کند؛
- ۲- رعایت تناوب گیاهی زیرا، کشت مکرر گلرنگ، به خسارت شدید زنگ منجر می‌شود (فو، ۱۹۹۳). استفاده از گیاهان زراعی غیرمیزبان، بیماری زنگ گلرنگ را به حداقل می‌رساند؛
- ۳- استفاده از ارقام مقاوم به زنگ؛
- ۴- استفاده از بذره‌های ضدعفونی‌شده که برای این منظور می‌توان از تیرام یا کاپتان به مقدار سه گرم برای هر کیلوگرم بذر استفاده کرد؛
- ۵- کشت در زمان مناسب؛
- ۶- خودداری از آبیاری به‌روش غرقابی؛
- ۷- کنترل شیمیایی با هگزاکونازول یا پروپیکونازول به مقدار یک میلی‌لیتر در لیتر یا مانکوزوب (۲۵/۰ درصد) به فاصله زمانی ۱۵ روز (بی‌نام، ۲۰۱۰a).

۸-۵-۵- مرگ گیاهچه

عامل بیماری مرگ گیاهچه^۲ در گلرنگ گونه‌های پی‌تیوم^۳ است که یکی از مهم‌ترین دلایل استقرار ضعیف گلرنگ محسوب می‌شود. بیماری زمانی شایع خواهد بود که خاک در زمان کشت، گرم و مرطوب باشد. به‌طور کلی، این بیماری در مناطقی خسارت شدید وارد می‌کند که زراعت گلرنگ به‌صورت آبی باشد (ویس، ۱۹۷۱). دامنه وسیع گیاهان میزبان برای برخی از گونه‌های پی‌تیوم ممکن است عاملی مهم برای شیوع این بیماری در گلرنگ باشد. در جنوب آلبرتا، کانادا، هوانگ و همکاران (هوانگ و همکاران، ۱۹۹۲)، ایزوله BR۵۸۳ را از گونه پی‌تیوم "گروه G" جدا کردند که به بسیاری از گیاهان زراعی مانند گلرنگ، کلزا، نخود، چغندر قند، کاهو، خیار، خربزه، اسفناج، جعفری، آفتابگردان، هویج و گوجه‌فرنگی حمله می‌کند.

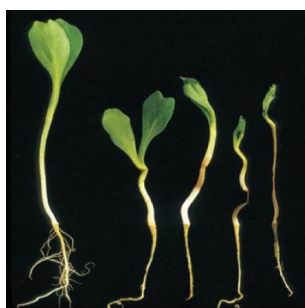
۸-۵-۱- علائم بیماری مرگ گیاهچه

بذرها قادر به جوانه‌زنی و سبز کردن نیستند و گیاهچه‌های سبز شده از بین می‌روند (شکل‌های ۸-۹ و ۸-۱۰). بنابراین نتیجه این بیماری فواصل خالی در ردیف‌های کشت خواهد شد. مرگ و میر زیاد بذر و گیاهچه‌های جوان به دلیل هجوم یک یا چند عامل بیماری‌زا به لپه، ریشه و هیپوکوتیل اتفاق می‌افتد. گیاهچه‌های آلوده اما زنده، ممکن است کوتاه بمانند و یک یا چند لکه بر روی ریشه یا هیپوکوتیل آنها مشاهده شود.

۱-Teliospores
۲-Damping-off
۳-Pythium spp



شکل ۸-۹- مرگ گیاهچه‌ها در اثر خسارت پی‌تیوم



شکل ۸-۱۰- گیاهچه سالم (سمت چپ) و گیاهچه آلوده به پی‌تیوم (سمت راست) در گلرنگ

۸-۵-۲- کنترل بیماری مرگ گیاهچه

- ۱- خودداری از کشت گلرنگ در مزرعه‌ای که مرگ گیاهچه پیشتر در آن اتفاق افتاده است. اگر خاک به گونه‌های مختلف پی‌تیوم آلوده باشد، بیماری بسیار شدید خواهد بود؛
- ۲- خودداری از کشت گلرنگ در خاک‌های گرم و مرطوب،
- ۳- استفاده از بذره‌ای ضد عفونی شده و کشت در عمق مناسب، زیرا کشت عمیق بذر سبب ایجاد گیاهچه‌های ضعیف خواهد شد و آلودگی را تشدید خواهد کرد، کشت گلرنگ در خاک‌هایی با زهکشی مناسب، سبب کاهش این بیماری و پوسیدگی ریشه می‌شود (اسمیت، ۱۹۹۶a).

۸-۶- پوسیدگی سفید ساقه

بیماری پوسیدگی سفید ساقه^۱ یا پوسیدگی اسکروتینیایی ساقه^۲ توسط قارچ اسکروتینیا اسکروتیوروم^۳ ایجاد می‌شود. این بیماری یکی از مهم‌ترین بیماری‌های گلرنگ در اقلیم‌های معتدل است (ویس، ۱۹۸۳). در صورت بارندگی شدید یا آبیاری بیش از حد مزرعه گلرنگ در مرحله گل‌دهی، این بیماری خسارت بسیار شدیدی را به عملکرد دانه گلرنگ وارد می‌کند (موندل و همکاران، ۱۹۹۷). در آلودگی‌های شدید به‌ویژه در گیاهان حساس، کل مزرعه ممکن است از بین برود.

۱ - Stem white rot

۲ - Sclerotinia stem rot

۳ - Sclerotinia sclerotiorum

حذف عامل بیمارگر اسکروتینیا به دلیل بقای طولانی مدت آن در خاک و نیز دامنه وسیع میزبان، بسیار دشوار است. اسکروتینیا در صورت نبود میزبان حساس می تواند دست کم تا پنج سال در خاک باقی بماند. اسکروتینیا به برخی از گیاهان زراعی مانند لوبیا، سیب زمینی، هویج، نخود، سویا، آفتابگردان و بسیاری از گیاهان پهن برگ حمله می کند. قارچ بذرها را آلوده می کند و اسکروتها به طور گسترده ای آلودگی بذر را گسترش می دهند. باد، و ابزارهای کشاورزی عوامل بیماری را بین مزارع مختلف منتقل می کنند (هنینگ و همکاران، ۱۹۹۲).

۸-۶-۱- علائم بیماری پوسیدگی سفید ساقه

بسته به اینکه اسپورهای هوازی (آسکوسپورها)، یا ساختارهای خاکزی (سختینه) آغازگر آلودگی باشند، علائم مختلف بیماری مانند پژمردگی، پوسیدگی ساقه و پوسیدگی غوزه در اثر این بیماری مشاهده می شود. در خاک های مرطوب، آپوتسیا رشد کرده و اسپورهای هوازی را پدید می آورد که غوزه ها را آلوده می کند (شکل ۸-۱۱).



شکل ۸-۱۱- آپوتسیوم های مولد اسپور که شبیه قارچ های خوراکی فنجانی شکل اند

غوزه های آلوده، پوسیده و براکته ها ظاهری سفید به خود می گیرند (شکل ۸-۱۲).



شکل ۸-۱۲- خسارت اسکروتینیا در غوزه های گلرنگ

اگر پوسته دانه تشکیل شده باشد، داخل آن توخالی و بدون جنین و آندوسپرم خواهد بود. سختینه یا اسکروت سیاه رنگ مخروطی در فضای خالی مغز ساقه تشکیل می شود (شکل ۸-۱۳).



شکل ۸-۱۳- اسکلروت‌های عامل بیماری اسکلروتینیا

غوزه بیمار و خشک شده، با بادهای شدید به راحتی از ساقه جدا می شود. عامل بیماری را ممکن است به ریشه های گلرنگ حمله کند (به وسیله یک توده سفید رنگ قارچی که میسیلیوم نامیده می شود) و موجب پژمردگی گیاه آلوده شود. خسارت پژمردگی گلرنگ در مقایسه با پوسیدگی غوزه، اهمیت کمتری دارد (هنینگ و همکاران، ۱۹۹۲).

۸-۶-۲- کنترل بیماری پوسیدگی سفید ساقه

۱- استفاده از ارقام مقاوم به بیماری پوسیدگی ناشی از اسکلروتینیا مانند سفیر^۱ و ای سی استرلینگ^۲ (لی و موندل، ۱۹۹۶)؛

۲- رعایت دقیق تناوب زراعی، باید دست کم چهار سال فاصله بین گیاهان حساس به بیماری اسکلروتینیا در نظر گرفته شود. کلزا، لوبیا، نخود، آفتابگردان و عدس به این بیماری حساس اند و از قرار دادن این گیاهان در تناوب باید خودداری کرد. غلات برای تناوب بسیار مناسب هستند. تناوب گیاهی به تنهایی به دلیل وجود اسکلروت ها در خاک، موفقیت کاملی ایجاد نمی کند، بلکه باید از تجمع اینوکولوم اسکلروت عامل بیمارگر در خاک جلوگیری شود؛

۳- استفاده از بذر گلرنگ عاری از اسکلروت؛

۴- رعایت بهداشت مزرعه با کنترل دیگر گیاهان و علف های هرز میزبان.

۸-۷- پوسیدگی ریشه

عامل بیماری پوسیدگی ریشه^۳، فیتوفترا^۴ می باشد این بیماری در مناطق مختلف جهان گسترش دارد و از بیماری های مهم گلرنگ است. مرطوب بودن محیط، ممکن است بسیار خسارت زا باشد. به دلیل اینکه دمای کم از همه گیری عامل بیماری جلوگیری می کند، گلرنگ پاییزه اغلب کمتر آلوده می شود. هیچ کدام از ارقام تجاری در مقابل این بیماری ایمن نیستند.

۱- Saffire

۲- AC Strling

۳- Rot rot

۴- *Phytophthora cryptogea* and *P. drechsleri*

فیتوفتورا به‌ویژه زمانی که محصول در فصل زراعی دیر آبیاری می‌شود و گیاهان علائم تنش رطوبتی را پیش از آبیاری نشان می‌دهند، ممکن است بسیار خسارت‌زا باشد. همچنین در مناطقی که مزرعه آبیاری نمی‌شود، اگر بارندگی سنگینی به‌ویژه در انتهای بهار رخ دهد، این بیماری ممکن است مشکل‌ساز شود. زمانی که خاک اشباع می‌شود، اسپورهای فیتوفتورا از مجموعه‌های اسپورزای موجود در خاک آزاد می‌شوند. این بیماری زمانی فعال است که خاک به‌طور کامل اشباع باشد. کاهش اندک رطوبت خاک، فعالیت عامل بیماری‌زا را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. برای بررسی آلودگی مؤثر و معنی‌دار در شرایط آزمایشی، دوره‌های طولانی و مکرر اشباع خاک، ضروری است در غیر این صورت، خاک‌های نفوذپذیر به‌ویژه اگر اینوکولوم اولیه کم باشد و گیاه اندکی مقاوم، بیماری اتفاق نمی‌افتد.

۸-۷-۱- علائم بیماری پوسیدگی ریشه

گلرنگ حساسیت بیشتری به بیماری ناشی از فیتوفتورا در زمان نزدیک به گل‌دهی دارد، اما دیگر عوامل نیز در حساسیت مؤثرند. با نزدیک شدن گلرنگ به مرحله رسیدن، دمای هوا نیز افزایش می‌یابد و به محدوده‌ای می‌رسد که بیماری بیشترین فعالیت را دارد. گیاهان آلوده به رنگ روشن در می‌آیند، پژمرده و می‌میرند. در مراحل اولیه آلودگی، ریشه‌ها ممکن است به‌صورت بافت قرمز رنگ دیده شوند. سپس ریشه‌های آلوده و ساقه‌های پایین‌تر به رنگ تیره تغییر می‌یابند. این احتمال که محصول در زمانی که پوشش گیاهی به بیشترین حد خود می‌رسد، تحت تأثیر تنش آبی قرار گیرد، بسیار بیشتر است و این هنگامی است که اینوکولوم بیماری بسیار فراتر از ابتدای فصل است (شکل ۸-۱۴).



شکل ۸-۱۴- خسارت پوسیدگی ریشه در مزرعه گلرنگ

۸-۷-۲- کنترل بیماری پوسیدگی ریشه

مقاومت گلرنگ به آلودگی فیتوفتورا پایدار نیست (خواجه پور، ۱۳۸۳). اگر تنش خشکی رخ دهد و برگ‌های پایینی سوخته یا قهوه‌ای شوند، به‌نظر می‌رسد گیاه حساسیت بیشتری به این بیماری خواهد داشت. خسارت بیماری در آبیاری‌های اولیه ممکن است چندان زیاد نباشد، اما زمانی که جمعیت اسپور به اندازه کافی برسد، بیماری گسترش می‌یابد (۵۷). آبیاری در گلرنگ باید طوری انجام گیرد که بیماری پوسیدگی ریشه گسترش نیابد. آبیاری بیش از حد در اوایل دوره رشد در گلرنگ موجب گسترش این بیماری و به‌دنبال آن کاهش عملکرد می‌شود (خواجه پور، ۱۳۸۳). آبیاری نشتی و کشت جوی پشته‌ای در کاهش بیماری پوسیدگی ریشه مؤثر است. در خاک‌های عمیق با

ظرفیت زیاد آب می‌توان فاصله بین آبیاری‌ها را افزایش داد. این عمل سبب کاهش بیماری پوسیدگی ریشه می‌شود. سیستم خاص ریشه این گیاه به کشاورزان اجازه می‌دهد که با به حداقل رساندن دفعات آبیاری، احتمال گسترش این بیماری را کاهش دهند.

۸-۸- پژمردگی فوزاریومی

عامل بیماری پژمردگی فوزاریومی^۱ در گلرنگ قارچی به نام فوزاریوم اکسی پوریوم^۲ است. این بیماری می‌تواند خسارت زیادی را به‌ویژه به گیاهچه‌های گلرنگوارد کند. شدت این بیماری در خاک‌های اسیدی با نیتروژن زیاد و هوای گرم و مرطوب، بیشتر است. برخی از واریته‌ها، مقاومت نسبی و معدودی از واریته‌ها نیز مقاومت زیادی به تمام نژادهای این بیماری دارند (بی‌نام، ۲۰۱۰a).

۸-۸-۱- علائم بیماری پژمردگی فوزاریومی

وجود زخم بر روی ساقه و در مجاورت سطح خاک، اولین علامت مهم است. زخم به‌طرف داخل گسترش می‌یابد و سیستم آوندی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. زمانی که گیاه در مرحله ۱۰-۶ برگی است، علائم به‌صورت زرد شدن برگ‌ها ظاهر می‌شود که در ادامه به پژمردگی و قهوه‌ای شدن آوندها می‌انجامد (شکل ۸-۱۵).



شکل ۸-۱۵- نشانه آلودگی به پژمردگی فوزاریومی در مرحله اولیه رشد گلرنگ

علائم به‌طرف گلبرگ‌های انتهایی گسترش می‌یابد. در گیاهان مسن‌تر، شاخه‌های جانبی در یک سمت خشک می‌شوند، در حالی که باقی‌مانده گیاه عاری از بیماری است. گیاهان آلوده، غوزه‌های کوچک‌تری تولید می‌کنند. در مرحله گیاهچه‌ای، روی برگ‌های لپه‌ای لکه‌های کوچک قهوه‌ای دیده می‌شود که ممکن است در سطح داخلی به‌صورت پراکنده یا به‌شکل حلقه باشند. برگ‌ها ممکن است چروکیده یا لوله‌ای شوند (شکل ۸-۱۶)، برخی از تخمدان‌ها از بین می‌روند و قادر به تشکیل دانه نمی‌شوند (بی‌نام، ۲۰۱۰a).

۱- Fusarium rot

۲- *Fusarium oxysporum f.sp. carthami*



شکل ۸-۱۶- پژمردگی فوزاریومی در مرحله نهایی رشد گلرنگ

۸-۸-۲- کنترل بیماری پژمردگی فوزاریومی

- ۱- استفاده از ارقام مقاوم در صورت امکان (سوگانی و همکاران، ۱۹۹۷)؛
- ۲- کشت در زمان مناسب؛
- ۳- کشت در زمان مناسب؛
- ۴- جلوگیری از تنش کم آبی؛
- ۵- تیمار بذر با ترکیب‌هایی مانند کاربندازیم و کاپتان (بی‌نام، ۲۰۱۰a).

۸-۹- سفیدک پودری

بیماری سفیدک پودری یا سطحی^۱ توسط قارچ هوازی به نام اریزیف سیکوراساروم^۲ ایجاد می‌شود.

۸-۹-۱- علائم بیماری سفیدک پودری

این بیماری اغلب در اواخر فصل زراعی شیوع پیدا می‌کند و در صورت حمله قارچ لکه‌های کوچک سفید روی برگ‌ها و ساقه گیاه ظاهر می‌شود (شکل‌های ۸-۱۷ و ۸-۱۸)، سپس قارچ در کل سطح برگ پخش می‌شود و با کاهش سطح فتوسنتز، برگ‌ها زرد و خشک می‌شوند (بی‌نام، ۲۰۱۰a).



شکل ۸-۱۷- علائم آلودگی به سفیدک سطحی در برگ‌های گلرنگ

^۱-Powdery mildew

^۲-*Erysiphe cichoracearum*



شکل ۸-۱۸- نشانه آلودگی به بیماری سفیدک سطحی در غوزه‌های گلرنگ

۸-۹-۲- کنترل بیماری سفیدک پودری

- ۱- رعایت تاریخ کاشت مناسب که از اهمیت بسیاری برخوردار است؛
- ۲- کشت ارقام خاردار تا حد امکان، زیرا ارقام بدون خار حساسیت بالایی دارند؛
- ۳- رعایت مسائل بهداشتی مزرعه؛
- ۴- کنترل شیمیایی با گوگرد به مقدار ۳ گرم در لیتر یا کاربندازیم ۰/۰۵ درصد (بی‌نام، ۲۰۱۰a).

۸-۱۰- پژمردگی ورتیسیلیومی

این بیماری در بیشتر مناطق تولید گلرنگ مشکل جدی ایجاد می‌کند. عامل بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی^۱ یا پوسیدگی ساقه^۲ نوعی قارچ خاکزی^۳ است. این قارچ در هر مرحله رشد در هوای خنک، به گیاه حمله می‌کند، اما قادر به از بین بردن سریع گیاه نیست. گیاهان آلوده اغلب نسبت به گیاهان طبیعی زودتر خشک می‌شوند. عامل این بیماری در خاک‌های ایالت کالیفرنیا آمریکا گسترده شده است و پنبه، گوجه‌فرنگی، خربزه، توت‌فرنگی و برخی دیگر از محصولات را آلوده می‌کند. این قارچ دمای خنک، بافت مناسب خاک، نیتروژن و رطوبت زیاد را ترجیح می‌دهد. قارچ به ریشه حمله می‌کند و از راه بافت آوندی به ساقه و برگ‌ها منتشر می‌شود. تمام واریته‌های تجاری گلرنگ به این بیماری حساس‌اند (ویس، ۲۰۰۰).

۸-۱۰-۱- علائم بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی

اولین علامت این بیماری، رنگ‌پریدگی حاشیه و بین رگبرگ‌های برگ‌های پایینی گیاه است. سپس در کل برگ‌های گیاه از پایین به بالا، لکه‌های خالدار مشاهده می‌شود (شکل ۸-۱۹). تغییر رنگ تیره در بافت آوندی گیاهان آلوده، مشخص است (ویس، ۲۰۰۰).

۱-Verticillium wilt

۲- Stem rot

۳-Verticillium spp



شکل ۸-۱۹- نشانه آلودگی به پژمردگی ورتیسیلیومی در گلرنگ

۸-۱۰-۲- کنترل بیماری پژمردگی ورتیسیلیومی

۱- استفاده از بذره‌های مزارع غیر آلوده برای کشت؛

۲- رعایت تناوب زراعی با گیاهان زراعی غیر حساس مانند غلات، ذرت، برنج، سورگوم و چغندر قند.

۸-۱۱- پوسیدگی بوتری تیس (کپک خاکستری)

بیماری پوسیدگی بوتری تیس^۱ که کپک خاکستری نیز نامیده می‌شود، توسط قارچ بوتیریس سینرا^۲ در مناطق ساحلی با رطوبت جوی زیاد، خسارت جدی وارد می‌کند رنگ غوزه‌های آلوده در ابتدا، سبز روشن است که سپس به‌طور کامل سفید می‌شوند (شکل ۸-۲۰). در این حالت بسته به زمان آلودگی، غوزه‌ها ممکن است بدون دانه، دارای دانه‌ها وزن اندک یا حاوی دانه رسیده باشند. به دلیل آسیب دیدگی بافت براکته‌ها، غوزه‌های کاملاً آلوده به راحتی از ساقه جدا می‌شوند (ویس، ۲۰۰۰).



شکل ۸-۲۰- نشانه آلودگی به کپک خاکستری در گلرنگ

باد، به‌طور گسترده اسپور قارچ عامل این بیماری را منتشر می‌کند. آلودگی غوزه‌ها در شرایط مناسب محیطی از شروع غنچه‌دهی تا رسیدن غوزه‌ها ممکن است اتفاق بیفتد. ارقام تجاری نسبت به این بیماری مقاوم نیستند (ویس، ۲۰۰۰).

۱- Botrytis stem rot

۲- Botrytis cinerea

۸-۱۲- موزاییک خیار

بیماری موزاییک خیار^۱ در گلرنگ توسط ویروس موزاییک خیار^۲ برگ‌های گیاهان جوان گلرنگ را آلوده می‌کند، می‌کند، به‌طوری که لکه‌های نامنظم زرد یا روشن در سطح برگ دیده می‌شود. برگ‌ها شکل غیرطبیعی به خود می‌گیرند و گیاهان آلوده، کوتاه باقی می‌مانند. این بیماری توسط شته‌ها منتقل می‌شود. برای کنترل بیماری باید با آفات و علف‌های هرز مبارزه شود. همچنین باید گیاهان آلوده حذف شوند. کشت به‌موقع گلرنگ نیز در کنترل بیماری مؤثر است. برای کنترل شیمیایی می‌توان از سموم سیستمیک حشره‌کش استفاده کرد (بی‌نام، ۲۰۱۰a).

۱- Cucumber Mosaic

۲- Cucumber Mosaic Virus (CMV)

۹-۱- انواع علف‌های هرز

علف‌های هرز به گیاهانی گفته می‌شود که ناخواسته وارد جامعه گیاهان زراعی می‌شوند. علف‌های هرز به دلیل داشتن خصوصیتی همچون توانایی تولید بذر فراوان، حفظ قوه نامیه به مدت طولانی، دارا بودن سازوکار خواب بذر، قابلیت تکثیر غیرجنسی از راه اندام‌های مختلف، خاصیت تولید مواد سمی (آلوپاتی)، سازگاری با شرایط نامساعد محیطی، افزایش هزینه مبارزه با آفات و بیماری‌ها و اختلال در مراحل کاشت، داشت و برداشت سبب کاهش بازده و کیفیت محصولات کشاورزی و افزایش هزینه تولید می‌شوند.

به طور کلی علف‌های هرز را به دو گروه پهن برگ و باریک برگ تقسیم می‌کنند علف‌های هرز پهن برگ، گیاهانی هستند که در آنها دانه دارای دو لپه (دو برگ بذری یا کوتیلدونی) است و تعداد قطعات مختلف گل آنها اغلب، چهار یا پنج یا مضربی از آن است. برگ‌های آنها متنوع و انشعاب‌های رگبرگ‌ها اغلب، شبکه‌ای است و از رگبرگ اصلی انشعاب حاصل می‌کنند. تعداد دستجات چوب و آبکش ریشه و ساقه در این گونه از علف‌های هرز محدود است که به طور معمول روی یک دایره قرار دارند و ریشه اصلی اغلب، از ریشه‌های فرعی تشخیص داده می‌شود. در علف‌های هرز باریک برگ، دانه دارای یک لپه است. تعداد قطعات مختلف گل در این گیاهان سه یا مضربی از آن است. در تک‌لپه‌ای‌ها به طور معمول کاسبرگ‌ها و گلبرگ‌ها هم‌رنگ هستند و تپال^۲ نامیده می‌شوند. برگ آنها به طور معمول نواری است و رگبرگ‌ها، موازی یکدیگرند هستند، و همچنین دستجات چوب و آبکش روی دواير متعدد و هم‌مرکزی قرار گرفته‌اند. علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ مزارع گلرنگ، بسته به نوع و تعدادشان، ممکن است تا ۷۵ درصد از عملکرد گلرنگ را کاهش دهند. مهمترین علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ مزارع گلرنگ در شکل‌های ۹-۱ و ۹-۲ (الف تا د) آمده است.

۱- در تکمیل مطالب این بخش از نظرات ارزشمند همکار گرامی آقای مهندس پرویز شیمی محقق مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور استفاده شده است.

۲- Tepal



(ب)



(الف)



(د)



(ج)

شکل ۹-۱- علف‌های هرز مهم نازک‌برگ مزارع گلرنگ:
ارزن وحشی (الف)، اویارسلام (ب)، یولاف وحشی (ج) و سوروف (د)



(ب)



(الف)



(د)



(ج)

شکل ۹-۲- علف‌های هرز مهم پهن‌برگ مزارع گلرنگ: تاج خروس (الف)،
بی‌تی‌راخ (ب)، گاوپنبه (ج) و خرفه (د)

۹-۲- مدیریت علف‌های هرز

کنترل علف‌های هرز باید براساس برنامه مدیریت مبارزه تلفیقی انجام گیرد و هدف آن ترکیب روش‌های مختلف کنترل علف‌های هرز برای رسیدن به سطح اقتصادی با حداقل استفاده از سموم شیمیایی باشد. از این رو کنترل علف‌های هرز همراه با روش‌های پیشگیری مانند انتخاب بذر پاک، تهیه زمین مناسب، کشت به‌هنگام گیاهان زراعی به‌منظور افزایش قدرت رقابت با علف‌های هرز، اجرای تناوب مناسب، سبب کاهش مصرف بیش از حد علف‌کش‌ها می‌شود. انتخاب مناسب‌ترین روش در کنترل علف‌های هرز به تجارب محلی، وجود نیروی انسانی، امکانات و وسایل ماشینی و وجود انواع علف‌کش‌ها بستگی دارد.

استفاده از روش‌های زراعی، موثرترین روش کنترل علف‌های هرز محسوب می‌شود. تناوب زراعی، موجب کاهش تعداد علف‌های هرز و مانع تجمع بذر آنها در خاک می‌شود. همچنین تاریخ کاشت نقش مهمی در کنترل علف‌های هرز دارد. اگر مزرعه، آلودگی شدید نداشته باشد و علف‌های هرز چندساله مشکل جدی مزرعه نباشد، با کشت به‌موقع گلرنگ، علف‌های هرز به‌طور مناسب کنترل می‌شوند. در ابتدای مرحله رشد، علف‌های هرز برای رطوبت، نور و مواد غذایی با گلرنگ رقابت می‌کنند و سبب کاهش تولید و افزایش هزینه‌های زراعی می‌شوند.

رشد بوته گلرنگ در این مرحله، بسیار کند است و بوته‌های گلرنگ رقیب بسیار ضعیفی برای علف‌های هرز محسوب می‌شوند و به‌همین دلیل مبارزه اصلی با علف‌های هرز، باید قبل از کشت صورت گیرد. کشت ارقام روزت کوتاه به جلوگیری از رشد علف هرز کمک می‌کند و به‌دلیل کاهش عملیات مکانیکی، خسارت کمتری به عملکرد وارد می‌شود (بلک شاو و همکاران، ۱۹۹۰a، بلک شاو و همکاران، ۱۹۹۰b و بلک شاو و همکاران، ۱۹۹۲).

با توجه به کشت ردیفی گلرنگ و نیز بسته به تراکم علف‌های هرز می‌توان دو یا سه مرحله از کولتیواتور قبل از گل‌دهی استفاده کرد (شکل ۹-۳). از این رو، بسیار مهم است که کولتیوارزدن نهایی بدون خسارت مکانیکی به محصول، در آخرین زمان ممکن انجام گیرد. کشت گلرنگ در بستر مرطوب (هیرم کاری) گذشته از اینکه سبب افزایش جوانه‌زنی و تعداد بوته‌ها می‌شود، توان گیاه را افزایش داده و اجازه می‌دهد که گیاه به‌طور مؤثری با علف‌های هرز رقابت کند (هنینگ و همکاران، ۱۹۹۲).



شکل ۹-۳- مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز گلرنگ در مرحله روزت

در اولین مرحله بعد از کشت، هرس سبک می‌تواند علف‌های هرز جوان را از بین ببرد. در مراحل آغازین ساقه‌دهی نیز می‌توان از کولتیواتور استفاده کرد. باید توجه کرد که مبارزه با علف‌های هرز در این مرحله باید با کمترین خسارت به بوته‌ها صورت گیرد. در روزهای گرم و آفتابی، عملیات باید تا حد امکان هرچه زودتر، هنگام صبح که بوته‌ها نرم و شکنندگی کمتری دارند، انجام گیرد (خواجه پور، ۱۳۸۳).

در مرحله رشد سریع ساقه و زمانی که ارتفاع بوته‌ها به ۱۵ سانتی‌متر می‌رسد عملیات زراعی باید فقط در بین ردیف‌ها و توسط پنجه‌غازی صورت پذیرد. اما بعد از این دوره، ساقه اصلی به سرعت طویل می‌شود و شاخه‌های زیادی از آن منشعب می‌شوند و قدرت رقابت بوته‌های گلرنگ با علف‌های هرز افزایش می‌یابد. آلودگی شدید مزرعه در مراحل پایانی رشد مشکلاتی را در برداشت مکانیکی ایجاد می‌کند و در موارد شدیدتر، به چشم پوشی از برداشت مزرعه منجر می‌شود. گلرنگ به‌طور معمول زودتر از گونه‌های مختلف علف‌های هرز می‌رسد و در زمان برداشت، ماده سبز علف هرز، سبب کاهش کیفیت محصول می‌شود و هزینه‌های تمیز کردن آن را افزایش می‌دهد.

در حال حاضر، مؤثرترین روش کنترل علف‌های هرز در زراعت گلرنگ، به‌کارگیری برنامه صحیح تناوب زراعی و انجام عملیات به‌موقع تهیه بستر و شخم است. در صورت وجود نیروی انسانی کافی، وجین دستی مؤثرترین روش است. به‌طور معمول یک یا دوبار وجین بعد از سبز شدن در مزارع گلرنگ کافی است و مبارزه بیشتر، تاثیری بر عملکرد دانه ندارد. گاهی، به‌ویژه در مناطق گرم که رشد علف‌های هرز سریع است، باید به زمان آخرین وجین دقت کرد تا برداشت با مشکل روبه‌رو نشود (ویس، ۲۰۰۰). ابزارهای دستی وجین علف‌های هرز باید طوری انتخاب شوند که تا حد امکان کمترین خسارت را به ریشه‌های گیاه وارد کنند. وجین گیاهچه‌ها از گوشه راست ردیف‌ها یا به‌صورت اریب نسبت به ردیف‌ها انجام می‌گیرد (ویس، ۲۰۰۰).

استفاده صحیح از سموم شیمیایی به نوع علف‌های هرز نازک‌برگ و پهن‌برگ، شرایط آب و هوایی منطقه و نوع رقم بستگی دارد. برای مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز مزارع گلرنگ، از سموم مختلفی استفاده می‌شود که در زیر به آنها اشاره می‌شود:

الف) تریفلورالین ۴۸٪

۱- زمان مصرف: قبل از کشت و مخلوط با خاک توسط تیلرگردان یا از طریق دو بار دیسک عمود بر هم به عمق ۱۰ سانتی‌متر مصرف شود.

۲- میزان مصرف: ۲/۵ - ۲ لیتر در هکتار

۳- علف‌های هرز قابل کنترل: پهن‌برگ‌ها شامل شاه‌تره، بی‌تی‌راخ، غربیلک، پیچک بذری، سلمک و تاج خروس و باریک‌برگ‌ها شامل یولاف وحشی، گاورس، چمن، سوروف و ارزن وحشی است. این علف‌کش گندم و جو خودرو را به نحو مطلوب کنترل نمی‌کند.

ب) اتال فلورالین ۳۳/۳٪ امولسیون

۱- زمان مصرف: قبل از کشت و مخلوط با خاک توسط تیلر گردان یا به‌صورت دو بار دیسک عمود بر هم به عمق ۱۰ سانتی‌متر مصرف شود.

۲- میزان مصرف: ۳/۵ - ۳ لیتر در هکتار

۳- علف‌های هرز قابل کنترل: پهن‌برگ‌ها شامل تاج خروس، تاج ریزی است. باریک‌برگ‌ها شامل گاورس، سوروف و ارزن وحشی و بسیاری از علف‌های هرز تیره گرامینه است.

ج) آلاکلر ۴۸٪ امولسیون

- ۱- زمان مصرف: بعد از کشت و قبل از سبز شدن محصول و علف‌های هرز مصرف شود.
- ۲- میزان مصرف: ۵ لیتر در هکتار
- ۳- علف‌های هرز قابل کنترل: پهن‌برگ‌ها شامل سلمک، خرفه و تاج ریزی و باریک‌برگ‌ها شامل سوروف، ارزن وحشی، جگن‌ها و اوپار سلام است.

د) متری بوزین ۷۰٪ پودر و یا ۷۵٪ گرانول

- ۱- زمان مصرف: بعد از کشت و قبل از سبز شدن محصول و علف‌های هرز مصرف شود.
- ۲- میزان مصرف: ۷۵٪ لیتر در هکتار
- ۳- علف‌های هرز قابل کنترل: پهن‌برگ‌ها شامل سلمک، تاج خروس و گاو پنبه و باریک‌برگ‌ها شامل سوروف، ارزن وحشی، جگن‌ها و اوپار سلام و بسیاری از علف‌های هرز تیره گرامینه می‌شود.

ه) پندی متالین ۳۳٪ امولسیون

- ۱- زمان مصرف: بعد از کشت و قبل از سبز شدن محصول و علف‌های هرز مصرف شود.
- ۲- میزان مصرف: ۳ لیتر در هکتار
- ۳- علف‌های هرز قابل کنترل: پهن‌برگ‌ها شامل سلمک، تاج خروس و گاو پنبه و باریک‌برگ‌ها شامل سوروف و ارزن وحشی است.

۱-۱۰- روش‌های اصلاح گلرنگ بدون دورگ‌گیری

۱-۱۰-۱- معرفی گیاه

معرفی گیاه یکی از آسان‌ترین روش‌های به‌نژادی است که در مورد گلرنگ کاربرد دارد. بیشتر ارقام موجود در آمریکا، کانادا و آرژانتین، به‌همین روش اصلاحی و با انتخاب از میان ژنوتیپ‌های روسی، هندی و ترکیه‌ای معرفی شده‌اند. این روش اصلاحی از اوایل قرن نوزدهم استفاده شده است (تاناکا و همکاران، ۲۰۰۱). مطالعه سازگاری و پایداری ارقام وارداتی در اقلیم‌های مختلف یکی از مهم‌ترین مراحل این روش اصلاحی است.

با بررسی‌هایی که تاکنون روی واکنش ارقام گلرنگ در ایستگاه‌های تحقیقاتی و مزارع گلرنگ کشاورزان در مناطق مختلف انجام شده و با در نظر گرفتن تنش‌های زنده و غیرزنده، حداقل درجه حرارت مناطق در زمستان و جایگاه گلرنگ در تناوب زراعی، مناطق مناسب کشت گلرنگ در کشور به دو طبقه متفاوت اقلیم گرم، و اقلیم سرد و معتدل سرد تقسیم شده‌اند. اقلیم گرم شامل خوزستان، جیرفت، سیستان و بلوچستان، ایرانشهر و بوشهر است. در این مناطق، ارقام بهاره گلرنگ در پاییز کشت می‌شوند. اقلیم سرد و معتدل سرد شامل مناطقی از استان‌های تهران، فارس، کرمانشاه، خراسان (جنوبی، شمالی و رضوی)، اصفهان، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، زنجان، کردستان و مرکزی است و در این مناطق ارقام زمستانه و بهاره گلرنگ کشت می‌شوند.

در ایران بررسی ارقام خارجی گلرنگ با دریافت ارقامی مانند ژیللا، نبراسکا ۱۰، پاسفیک، یوت، فریو، از ایالات متحده آمریکا طی سال‌های ۱۳۵۴-۱۳۴۷ در مراکز تحقیقات کرج، زرقان، داراب، خراسان، جیرفت، اصفهان، دزفول و قزوین آغاز شد. بررسی نتایج طرح‌های تحقیقاتی مقایسه عملکرد ارقام گلرنگ بین این سال‌ها، نشان می‌دهد که برخی از ارقام خارجی مانند ژیللا، یوت و پاسفیک قابلیت عملکرد زیادی دارند.

مطالعه و ارزیابی ارقام خارجی گلرنگ از سال ۱۳۶۸ و پس از وقفه‌ای طولانی، بار دیگر با دریافت ارقام جدید خارجی در کشور آغاز و طی آن برنامه‌های تحقیقاتی مدونی برای ارزیابی این ژنوتیپ‌ها از نظر سازگاری با شرایط آب‌وهوایی کشور و نیز استفاده از صفات مطلوب آن‌ها در برنامه‌های دورگ‌گیری، انتخاب تک‌بوت‌های مقاوم به سرما (با کشت در شرایط زمستان کرج)، طرح‌ریزی و اجرا شد. به‌تازگی این روش اصلاحی برای معرفی رقم جدید سینا در معاونت مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم (سرارود) استفاده شده است. این رقم جدید از میان تعداد زیادی لاین خارجی ارسالی از بانک ژن جهانی گلرنگ انتخاب و معرفی شده است. رقم سینا در آزمایش‌های مقدماتی در هفت منطقه کرمانشاه، کردستان،

ایلام، لرستان، اردبیل، خراسان شمالی و گنبد در کشت پاییزه دیم سازگاری زیادی از نظر عملکرد دانه و روغن نشان داد. رقم جدید سینا زودرس‌تر از شاهد زرقان ۲۷۹ و دارای تیپ رشد بینابین و تحمل زیاد به تنش خشکی است. این رقم، قابلیت کشت پاییزه در مناطق دیم معتدل سرد و گرمسیر کشور را دارد.

۱۰-۱-۲- انتخاب لاین خالص

انتخاب لاین خالص یکی از قدیمی‌ترین روش‌های اصلاحی است که برای گیاه روغنی گلرنگ به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شود. این روش در ارزیابی توده‌های بومی که از تنوع ژنتیکی زیادی برخوردارند و انتخاب تک‌بوته‌های مطلوب در نسل‌های در حال تفکیک حاصل از دورگ‌گیری کاربرد فراوان دارد (ویس، ۱۹۸۳). روش انتخاب لاین خالص در توده‌های بومی که مخلوطی از لاین‌های متفاوت ولی خالص‌اند، مؤثر است. اصلاح توده‌های بومی گلرنگ، اولین بار در سال ۱۳۴۹ با جمع‌آوری این توده‌ها از مناطق مختلف کشور آغاز شد.

از اولین مناطق جمع‌آوری توده‌های بومی گلرنگ می‌توان به روستاهای توره، فر، قشلاشی، زالیون، دوجفت در شمال اراک و شهبواران در جنوب اراک اشاره کرد. روستاهای فین، تاباک، پازردآلو در شمال شهرستان ازنا و مرزبان در جنوب آن و منطقه ده‌کوهی در شمال بروجرد از دیگر مناطق جمع‌آوری توده‌های بومی گلرنگ ایران هستند. بسیاری از لاین‌های جدید گلرنگ، هم اکنون حاصل انتخاب از توده‌های بومی جمع‌آوری‌شده در مناطقی از روستاهای چوب تراش و داش آغل در جنوب ارومیه، مناطق مختلفی از شهرستان‌های مهاباد، میاندوآب، دهکده‌های احمدآباد و تیکان‌تپه در شرق بوکان، بهادرآباد سقز، ماهی‌دشت کرمانشاه و روستاهای قروق و کاریز همدان هستند.

هدف اصلی از جمع‌آوری توده‌های یادشده، استفاده بهینه از سازگاری زیاد این گیاه بومی با شرایط متنوع آب و هوایی کشور بود. معرفی تیپ جدید پاییزه گلرنگ (گزینش‌شده از میان توده بومی ارومیه) که برای اولین بار در دنیا انجام گرفت، حاصل همین بررسی‌ها بود (قنوتی و نولز، ۱۹۷۹). طبقه‌بندی ارقام بومی گلرنگ در دو گروه روزت‌طولانی و روزت‌کوتاه که بعدها به‌عنوان تیپ‌های زمستانه و بهاره شناخته شدند، از مهم‌ترین دستاوردهای تحقیقاتی روی توده‌های بومی گلرنگ در دهه چهل است. انتخاب لاین‌های خالص مانند L.R.V. ۵۱,۵۱ با طول دوره روزت طولانی و N-۸ با طول روزت کوتاه، سبب تحول بزرگی در افزایش سطح زیر کشت این گیاه روغنی در ایران شد. در همین راستا می‌توان به لاین‌های خالص مانند اراک ۲۸۱۱ (بهاره و پرمحصول)، ورامین ۲۹۵ (پاییزه گل قرمز و بی‌خار)، اشاره کرد.

در دهه هفتاد، لاین‌های جدید اصلاح‌شده از توده‌های بومی به‌منظور احیای ارزیابی مقدماتی در کشور کشت شدند و ارزیابی مجدد آنها صورت گرفت و ژنوتیپ‌های برتر (از نظر عملکرد دانه و روغن) به همراه ارقام موجود در کلکسیون گلرنگ کشور بررسی شدند. حاصل این بررسی‌ها، شناسایی ژنوتیپ‌های برتر بهاره و همچنین دستیابی به ژنوتیپ‌های مقاوم به سرما با صفات مطلوب زراعی مانند تعداد غوزه‌زاید، درشتی غوزه، داشتن گل قرمز و نداشتن خار بوده است. علاوه بر موارد یادشده و به موازات بررسی‌های انجام گرفته، در دهه هشتاد توده بومی گلرنگ جمع‌آوری‌شده از نقاط مختلف استان‌های خراسان (شمالی، جنوبی و رضوی)، کرمان، اصفهان، کردستان، فارس و آذربایجان شرقی در بخش تحقیقات دانه‌های روغنی کرج، بررسی و ارزیابی شدند. گزینش در این توده‌ها بر اساس تعداد غوزه، مقاومت به سرما، رنگ گل، ارتفاع، تعداد شاخه‌بندی و مقدار روغن دانه انجام گرفت که در نهایت به یافتن ارقام جدید و با ارزشی انجامید.

در ایران ارقام جدید پدیده، گلدشت و صفه با استفاده از روش انتخاب لاین خالص در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر معرفی شده‌اند (امیدی و همکاران، ۱۳۸۷). رقم جدید پدیده حاصل انتخاب تک بوته از توده محلی گلرنگ ارومیه با استفاده از روش گزینش لاین‌های خالص است. رقم یادشده از سال ۱۳۶۹ وارد آزمایش‌های مقایسه عملکرد گلرنگ کشور شد. این رقم‌برتر در قالب سه آزمایش مستقل طی سال‌های ۱۳۷۳ - ۱۳۷۰ در مناطق کرج، شیراز و اصفهان با ارقام

مختلف گلرنگ، مقایسه شد. پدیده دارای تیپ رشد زمستانه است (شکل ۱۰-۱)، تاریخ مناسب کشت آن در مناطق سرد و معتدل سرد کشور، اواسط شهریور تا اوایل مهر است. سرعت رشد و شاخه‌بندی رقم پدیده زیاد است و با شرایط آب و هوایی مناطق سرد و معتدل سرد کشور سازگاری خوبی نشان می‌دهد و عملکرد دانه و روغن آن بیشتر از رقم زرقان ۲۷۹ است (امیدی و همکاران، ۱۳۷۹ و امیدی، ۲۰۰۵). از مناطق مناسب کشت رقم پدیده می‌توان به کرج، قم، ورامین، مناطق معتدل سرد استان‌های فارس، اصفهان، خراسان (رضوی، شمالی و جنوبی)، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی و مرکزی اشاره کرد (امیدی و همکاران، ۱۳۸۷).



شکل ۱۰-۱- رقم پدیده

رقم دیگر بنام گلدشت است که از طریق گزینش لاین‌های خالص از میان توده محلی گلرنگ آذربایجان شرقی با تاکید بر زودرسی، تعداد بیشتر غوزه، اندازه بزرگ‌تر غوزه و نبود خار معرفی شده است. با برتری این رقم به‌ویژه از حیث صفات یادشده نسبت به رقم شاهد (محلی اصفهان)، آزمایش‌های یکنواخت سراسری در مناطق مختلف، به‌منظور تعیین سازگاری و پایداری عملکرد دانه و روغن آن انجام گرفت. رقم جدید گلدشت با عملکرد زیاد دانه، از سازگاری و پایداری مطلوبی برخوردار است.

این رقم توانایی کشت در مناطق گرم مانند استان‌های خوزستان، جیرفت، ایرانشهر، بوشهر و مناطق معتدل سرد استان‌های تهران، فارس، کرمانشاه، خراسان، اصفهان، آذربایجان شرقی، کردستان، مرکزی را دارد. از ویژگی‌های ممتاز این رقم، صفت زودرسی آن است که آزادسازی سریع‌تر زمین زراعی و کشت دیگر محصولات زراعی را امکان‌پذیر می‌کند. همچنین گلدشت از توانایی تولید زیاد گل - که نقش مؤثری در افزایش درآمد کشاورزان دارد- برخوردار است (شکل ۱۰-۲).



شکل ۱۰-۲- رقم گلدشت

رقم صغه، حاصل گزینش تک‌بوته از توده محلی گلرنگ اصفهان به‌روش انتخاب لاین خالص است این رقم با اجرای ۱۱ طرح تحقیقاتی طی سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۷۸ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان از جنبه‌های مختلف بررسی شد. از مهم‌ترین نتایج به‌دست آمده می‌توان به سازگاری عمومی و پایداری زیاد در مناطق کشت، برتر بودن عملکرد دانه و روغن نسبت به شاهد در بیشتر آزمایش‌ها، تداوم گل‌دهی، تولید بیشترین عملکرد گل، مناسب بودن ارتفاع بوته برای برداشت مکانیزه، نحوه رشد ایستاده، تشکیل شاخه‌ها روی ساقه اصلی و در یک سوم بالایی گیاه، بدون خار بودن برگ‌ها و براکته‌ها، عدم ریزش دانه و گل‌های قرمز اشاره کرد. تیپ رشد رقم صغه بهاره بوده و قابل کشت در بهار و تابستان است. تاریخ‌های کاشت مناسب این رقم برای مناطق معتدل در کشت بهاره و تابستانه به ترتیب اواسط اسفند و اواخر خرداد است (شکل ۱۰-۳).



شکل ۱۰-۳- رقم صغه

۱۰-۱-۳- روش اصلاحی توده‌ای

روش اصلاحی توده‌ای یکی از ساده‌ترین روش‌های اصلاحی است. انتخاب توده‌ای مثبت و منفی از مهم‌ترین انواع این روش به‌نژادی است. انتخاب توده‌ای نقش مهمی در حفظ خلوص ارقام معرفی شده دارد. در روش مثبت انتخاب بوته‌ها بر اساس رنگ گل، درشتی غوزه، وضعیت خار، نوع شاخه‌بندی و تعداد غوزه انجام می‌گیرد. در چنین شرایطی به‌طور معمول ژنوتیپ‌های حاصل، از سازگاری و عملکرد بهتری برخوردارند.

در روش انتخاب توده‌ای منفی بوته‌های ضعیف‌تر حذف می‌شوند. از این روش اصلاحی برای معرفی ارقام متحمل در برابر بیماری‌ها به‌ویژه لکه‌برگی و بلایت باکتریایی، در ایالت مونتانای آمریکا استفاده شده است. ارقام اوکر، هارتمن و ژیرارد از آن جمله‌اند. در کانادا رقم سفیر با این روش معرفی شده است. ارقام حاصل از انتخاب توده‌ای مجموعه‌ای از لاین‌های خالص و به نسبت هوموزیگوت هستند که ممکن است در اثر دگرگشتی یا موتاسیون از درجه هوموزیگوتی آنها کاسته شود (لی و موندل، ۱۹۹۶).

۱۰-۲- روش‌های اصلاح گلرنگ مبتنی بر دورگ‌گیری

هدف اصلی دورگ‌گیری جمع‌آوری صفت یا صفات مطلوب از رقم یا ارقام به یک رقم است. استفاده از تنوع حاصل در نسل‌های در حال تفکیک از دیگر موارد کاربرد دورگ‌گیری است. رقم گل‌مهر، حاصل از دورگ‌گیری (Zarghan^{۲۷۹}×I.L.۱۱۱) و گزینش در نسل‌های در حال تفکیک است. رقم گل‌مهر با تیپ رشدی پاییزه و با

خصوصیت تحمل به سرما مخصوص کشت در مناطق معتدل سرد و سرد کشور است. این رقم در سال ۱۳۹۱ معرفی شد و جزو ارقام بدون خار بوده و رنگ گلچه‌های آن قرمز می‌باشد.

۱۰-۲-۱- روش شجره‌ای

در روش شجره‌ای، ابتدا دو رقم بر اساس اهداف اصلاحی با یکدیگر تلاقی داده می‌شوند و بذره‌های دورگ حاصل برای دستیابی به بوته‌های نسل اول در سال دوم کشت می‌شوند. انتخاب تک‌بوته‌ها از نسل دوم آغاز می‌شود. به‌طور معمول حدود ۱۰ - ۵ درصد جمعیت نسل دوم حاصل یک تلاقی با این روش، گزینش می‌شوند. اساس انتخاب تک‌بوته‌ها در گلرنگ بر صفاتی مانند تعداد غوزه زیاد، زمان رسیدن کوتاه، نداشتن خار، رنگ گل و شاخه‌بندی مناسب استوار است. بوته‌های انتخابی در نسل بعدی بر روی خطوط جداگانه کشت می‌شوند. در صورت کافی بودن بذر، می‌توان در نسل سوم به‌منظور بررسی صفات مطلوب ژنوتیپ‌ها از آزمایش‌های زود هنگام تکراردار به همراه ارقام شاهد استفاده کرد. بعد از شش نسل بررسی لاین‌های خالص، آزمایش‌های منطقه‌ای و سراسری برای معرفی ارقام پایدار و سازگار انجام می‌گیرد. این روش در مدیریت تنوع صفاتی با وراثت‌پذیری بالا (زودرسی، مقاوم به بیماری)، به‌ویژه در نسل دوم و در حال تفکیک گلرنگ نقش مهمی دارد. محققان گلرنگ از این روش برای اصلاح و معرفی ارقام جدید با عملکرد دانه و روغن زیاد نیز استفاده می‌کنند (سینگ، ۲۰۰۷).

تدوین برنامه منظم و هدفدار در زمینه دورگ‌گیری بین ارقام مختلف گلرنگ در ایران، اولین بار در اوایل دهه هشتاد در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر صورت گرفت. هدف اصلی این برنامه‌ها یافتن ارقامی پرمحصول و پرروغن بود و در این راستا از لاین‌ها و ارقام مختلفی مانند اراک ۲۸۱۱ (پرمحصول با مقدار روغن دانه متوسط)، رینکانادا، استریا و مرسید (با مقدار روغن دانه زیاد در حد ۳۹ - ۳۷ درصد و عملکرد دانه کم)، NS۱۰۱۶ (غوزه درشت و با وزن هزار دانه زیاد)، N۱۳۳ و محلی زنجان (بی‌خار و گل قرمز) استفاده شده است. دستیابی به لاین پرروغن K.H.۴۸,۱۵۴ حاصل همین بررسی‌هاست.

۱۰-۲-۲- روش بالک

در روش بالک بوته‌های نسل دوم به‌صورت توده‌ای جمع‌آوری و برداشت می‌شوند. یکی از مهم‌ترین سودمندی‌های این روش، فشار انتخاب طبیعی در راستای یافتن ارقام پرمحصول است. در چنین شرایطی، بوته‌های ضعیف و ژنوتیپ‌هایی که قابلیت رقابت طبیعی را ندارند حذف می‌شوند و ژنوتیپ‌های قوی به‌طور معمول بعد از ۷ - ۶ نسل به خلوص می‌رسند. لاین‌های خالص به‌صورت جداگانه برداشت شده و به همراه ارقام شاهد وارد بررسی‌های مقدماتی و منطقه‌ای می‌شوند. در این روش به‌نژادی پیش بردن چند توده مختلف نسل دوم حاصل دورگ‌گیری‌های متفاوت امکان‌پذیر است. چنین مزیتی در دیگر روش‌های بعد از دورگ‌گیری مانند روش شجره‌ای وجود ندارد.

۱۰-۲-۳- روش تلاقی برگشتی

روش تلاقی برگشتی به‌طور معمول برای اصلاح و تثبیت یک یا چند صفت، به‌ویژه برای انتقال مقاومت به بیماری‌ها به رقمی که سازگاری زیادی دارد، به‌کار می‌رود. از این روش برای انتقال ژن یا ژن‌های نشانگر و به‌منظور شناسایی و تفکیک ارقام جدید نیز استفاده می‌شود.

این روش اصلاحی در مورد گیاه روغنی گلرنگ به‌ویژه در ایالات متحده آمریکا کارایی زیادی دارد. ارقام جدید US-۱۰ با تحمل زیاد در برابر بیماری پوسیدگی ریشه و ارقام UC-۱ و Oleic Leed با مقدار زیاد اسیداولئیک از آن جمله‌اند. روش اصلاحی تلاقی برگشتی برای صفاتی که توسط تعداد ژن کمتری کنترل (اولیگوژن) می‌شوند، مؤثر است. ارقام حاوی صفات اولیوژن به‌عنوان والد بخشنده به والد سازگار در نظر گرفته می‌شوند. هیبریدهای حاصل تلاقی بین والد

بخشنده و والد گیرنده، برای چند سال متوالی با والد برگرداننده (رقم سازگار) تلاقی داده می‌شود. شش تا هفت نسل تلاقی برگشتی مورد نیاز است تا ژنوتیپ‌های به‌دست‌آمده از نظر صفت یا صفات مورد نظر خالص شوند. عمل سلفینگ در آخرین بوته‌های انتخابی در این روش (نسل‌های ششم و هفتم) برای دستیابی به بوته‌های خالص کمک می‌کند.

این روش اصلاحی در انتقال صفات مطلوب موجود در گونه‌های وحشی به گلرنگ زراعی نیز کاربرد دارد. اگرچه تلاقی بین گونه زراعی و وحشی گلرنگ به‌سختی صورت می‌گیرد، بررسی‌ها نشان داده‌اند که امکان تلاقی گلرنگ با ۲۰ جفت کروموزوم و گلرنگ گونه زراعی با ۲۴ جفت کروموزوم وجود دارد. F₁ حاصل، دارای میوز طبیعی است ولی مقدار گرده و تعداد بذر کاهش می‌یابد. برای مثال به انتقال صفت مقاومت به بیماری پژمردگی فوزاریومی به رقم حساس نیرا در کشور هندوستان می‌توان اشاره کرد. هم‌اکنون تحقیقات زیادی درباره لاین‌های مقاوم به بیماری در هندوستان، به منظور معرفی و کشت در سطوح تجاری در حال اجراست (سینگ، ۲۰۰۷).

۱۰-۳- تولید ارقام هیبرید

وجود درصدی از دگرگشتی امکان استفاده از هتروزیس احتمالی را در صفاتی مانند عملکرد دانه و عملکرد گل و دستیابی به ارقام هیبرید در گلرنگ، مطرح می‌سازد. شناسایی لاین‌های نرعیقیم ژنتیکی و سیتوپلاسمی امکان تولید ارقام هیبرید گلرنگ را فراهم کرد. مشاهده پدیده هتروزیس برای صفت عملکرد دانه، اولین بار در سال ۱۹۷۰ و به‌دنبال آن شناسایی منبع نرعیقیم ژنتیکی در سال ۱۹۸۳ از نخستین گام‌ها برای رسیدن به واریته‌های هیبرید در گلرنگ بود. این پیشرفت‌ها مقدمه‌ای در معرفی هیبریدهای جدید خاردار و بی‌خار هندی مانند Dsh-۱۲۹، Mkh-۱۱، Nari-nh-۱ و Nari-nh-۱۵ بود (سینگ، ۲۰۰۷).

۱۰-۴- اهداف اصلاحی

۱۰-۴-۱- بهبود عملکرد دانه

افزایش عملکرد دانه در گلرنگ مانند بیشتر گیاهان زراعی از راه انتخاب مستقیم مشکل است. برای افزایش عملکرد دانه، انتخاب باید به‌طور غیرمستقیم و براساس اجزای مهم آن مانند تعداد غوزه، تعداد شاخه‌های فرعی، وزن هزاردانه و تعداد دانه در غوزه انجام گیرد (امیدی و همکاران، ۱۳۷۸، امیدی، ۱۳۸۰، اهدایی و نورمحمدی، ۱۳۶۳، باقری و همکاران، ۱۳۸۰، راشد محصل و بهدانی، ۱۳۷۳، شهسواری و همکاران، ۱۳۸۴، اشری و همکاران، ۱۹۷۴ و امیدی، ۲۰۰۰).

۱۰-۴-۲- بهبود کمیت و کیفیت روغن

افزایش کمی مقدار روغن گلرنگ با کاهش پوسته دانه مرتبط است (امیدی و همکاران، ۱۳۷۸). ارقام پوست‌نازک به‌طور معمول، دانه‌هایی مخطط با روغن دانه زیاد دارند. مقدار پوست دانه در ارقام مختلف بین ۵۰ - ۴۲ درصد متغیر است. در سال‌های اخیر به اصلاح برای بهبود کیفیت روغن در گلرنگ، بسیار توجه شده است. ترکیب اسیدهای چرب موجود در دانه گلرنگ بسیار متنوع است. در دهه گذشته ارقام جدید گلرنگ با مقدار زیاد اسیداولئیک و مناسب برای مصارف سرخ‌کردنی معرفی شده‌اند.

۱۰-۴-۳- زودرسی

یکی از عوامل مهم محدودکننده افزایش سطح زیر کشت گلرنگ، دوره رشد طولانی است، بنابراین شناسایی ژنوتیپ‌های زودرس به‌ویژه از توده‌های بومی در اصلاح گلرنگ، اهمیت ویژه‌ای دارد. در آمریکا ایجاد ارقامی که چندین هفته زودتر از دیگر ارقام تجاری گلرنگ می‌رسند، امکان رقابت گلرنگ با گندم را فراهم می‌کند (پورداد، ۱۳۸۵).

۱۰-۴-۴- مقاومت به بیماری‌ها و آفات

از آنجائیکه امکان کشت گلرنگ در مناطقی با شرایط ضعیف زراعی وجود دارد، از این رو باید بیشترین توجه، به ایجاد ارقام مقاوم به بیماری‌ها معطوف شود. ایجاد مقاومت به بیماری‌ها و آفات مهم گلرنگ سبب افزایش سطح زیر کشت آن می‌شود. شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم و تعیین نحوه توارث در نژادهای فیزیولوژیک عامل بیماری و آفت در گلرنگ بسیار مهم است. از این رو با ایجاد خزانه‌های ارزیابی بین‌المللی با تأکید بر گونه‌های وحشی در مناطق شیوع بیماری‌ها، امکان شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل فراهم می‌شود.

۱۰-۴-۵- بی‌خار بودن

برای معرفی ارقام گلرنگ در مناطق جدید به‌ویژه در مناطقی که برداشت با دست انجام می‌گیرد اصلاح ارقام بدون خار مهم است. خارداری در گلرنگ بر بی‌خاری غالب است و چهار ژن سطوح خاردار بودن را تعیین می‌کنند (نارخده و دثوکار، ۱۹۹۰).

۱۰-۵- تولید بذر

۱۰-۵-۱- طبقه بذری پایه

این بذر توسط به‌نژادگر تولید و تکثیر می‌شود. بذر به‌دست آمده منشأ همه بذره‌های زنجیره تولید بذر است و خلوص آن باید در بهترین وضعیت ممکن باشد. در ایران، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر بر این طبقه بذری نظارت می‌کند.

۱۰-۵-۲- طبقه بذری مادری

این طبقه بذری از تکثیر بذر پایه تولید می‌شود. بذر مادری باید خلوص فیزیکی و ژنتیکی زیادی داشته باشد. مزرعه‌ای که برای تولید بذر مادری گلرنگ انتخاب می‌شود، نباید در سال قبل زیر کشت گلرنگ باشد، مگر اینکه از رقم مشابه برای کشت استفاده شود. خالص‌سازی مزارع مادری را می‌توان در مراحل پایان غنچه‌دهی و اوایل گل‌دهی انجام داد زیرا حذف بوته‌های خارج از تیپ و مخلوط مانند خاردار در ارقام بی‌خار و بی‌خار در ارقام خاردار تا قبل از شروع گل امکان‌پذیر است، اما حذف بوته‌های خارج از تیپ و مخلوط براساس رنگ گل باید در اوایل گل‌دهی انجام گیرد. طولانی‌تر شدن این مرحله خلوص ارقام را به شدت کاهش می‌دهد. برای تشخیص بوته‌های خارج از تیپ از صفاتی مانند شکل برگ و عادت شاخه‌دهی نیز استفاده می‌شود. در طول دوره رشد بوته‌های آلوده به آفات و بیماری‌ها برای جلوگیری از گسترش و شیوع آنها حذف می‌شوند. این طبقه بذر توسط مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر یا شرکت‌های خصوصی تولید می‌شود. صلاحیت فنی مراکز باید به تأیید مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال رسیده باشد.

۱۰-۵-۳- طبقه بذری گواهی‌شده

این طبقه بذری از تکثیر بذر مادری حاصل می‌شود. بذر تولیدی از این طبقه برای کاشت در مزارع کشاورزان به‌کار می‌رود. تولید بذر این طبقه توسط شرکت‌های خصوصی که مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال به آنها مجوز تولید داده است، صورت می‌گیرد. به‌طور کلی، برای دستیابی به بذر خالص و با کیفیت گلرنگ که مورد تأیید مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال قرار گیرد، رعایت موارد زیر ضروری است:

- آماده‌سازی زمین، به‌صورتی که علاوه بر رعایت تناوب، بوته‌ها نیز یکنواخت سبز شوند و بذر علف‌های هرز از بین برود و امکان آبیاری خوب و یکنواخت فراهم باشد؛

- رعایت فاصله جداسازی مزرعه برای جلوگیری از اختلاط فیزیکی و ژنتیکی که این فاصله برای گلرنگ حدود ۳۰۰ متر است؛

- کشت در تاریخ صحیح و به صورت مکانیزه؛

- عملیات آبیاری، کوددهی، وجین و مبارزه با علف‌های هرز به‌ویژه گلرنگ وحشی، پس از مرحله روزت تا پایان گل‌دهی و شروع دانه‌بندی؛

- خالص‌سازی و حذف بوته‌های خارج از تیپ یا مخلوط در زمان مناسب؛

- نظارت بر مزرعه، از نظر وجود آفات (مگس گلرنگ) و بیماری‌ها (بوته‌میری و سفیدک سطحی) و در صورت نیاز مبارزه لازم؛

- برداشت به موقع، به صورت مکانیزه و با استفاده از دستگاه‌های جدید.

- بعد از برداشت، حمل بذر و تخلیه آن در محل بوجاری با نظارت دقیق و جلوگیری از اختلاط احتمالی آنها با سایر بذرها؛

- بازرسی همه قسمت‌های دستگاه بوجاری، قبل از شروع کار و تمیز کردن آنها؛

- ضد عفونی بذر با استفاده از سموم مجاز و مورد تأیید سازمان حفظ نباتات و بسته‌بندی بذر.

- آلیاری، ه. و ف. شکاری. ۱۳۷۹. دانه‌های روغنی، زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی.
- احمدی، م. ر. و ا. ح. امید. ۱۳۷۵. بررسی عملکرد دانه و تأثیر زمان برداشت بر میزان روغن ارقام بهاره و پاییزه گلرنگ. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۷، شماره ۴.
- احمدی، م. ر. و ف. جاویدفر. ۱۳۷۷. تغذیه گیاه روغنی کلزا. انتشارات کمیته دانه‌های روغنی. ۱۹۴ ص.
- احمدی، ک. ۱۳۹۴. آمارنامه کشاورزی، جلد اول؛ محصولات زراعی (سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳). مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی. ۱۶۳ ص.
- امیدی، ا. ح.، م. ر. قنادها، م. ر. احمدی و ع. پیغمبری. ۱۳۷۸. بررسی صفات مهم زراعی ارقام گلرنگ بهاره از طریق روش‌های چند متغیره آماری. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۰، شماره ۴.
- امیدی، ا. ح. ۱۳۸۰. بررسی صفات مهم زراعی و تخمین پارامترهای تنوع ژنتیکی، فنوتیپی و وراثت‌پذیری در ارقام بهاره گلرنگ. فصلنامه علمی و پژوهشی. دانشگاه آزاد اسلامی تاکستان. سال دوم، شماره ۲، بهار ۱۳۸۰.
- امیدی، ا. ح. ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی در مراحل رشدی مختلف بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی سه رقم گلرنگ بهاره. مجله به‌زراعی نهال و بذر. جلد ۲-۲۵، شماره ۱.
- امیدی، ا. ح. و م. ر. احمدی. ۱۳۷۹. مروری بر تحقیقات به‌زراعی و به‌زراعی گلرنگ در جهان و ایران، مجله زیتون. شماره ۱۴۲.
- امیدی، ا. ح.، م. ر. احمدی، م. ر. شهنساری، س. کریمی. ۱۳۷۹. بررسی پایداری عملکرد دانه و روغن در ارقام و لاین‌های گلرنگ زمستانه. مجله نهال و بذر، جلد ۱۶، شماره ۲.
- امیدی، ا. ح.، م. ر. شهنساری، ا. الحانی و ب. پاسبان اسلام. ۱۳۸۷. پدیده، رقم جدید گلرنگ. مجله نهال و بذر، جلد ۲۴، شماره ۱.
- انارکی، ف. ۱۳۸۰. زراعت گلرنگ. وزارت کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج. ایستگاه تحقیقات کشاورزی گچساران. نشریه ترویجی. ۱۹ ص.
- اهدایی، ب. و ق. نورمحمدی. ۱۳۶۳. اثر تاریخ کاشت روی عملکرد دانه و سایر صفات زراعی ارقام گلرنگ. مجله علمی کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز. شماره ۹. ۲۸-۴۲.
- باقری، ا. ب. یزدی صمدی، م. تائب و م. ر. احمدی. ۱۳۸۰. بررسی تنوع ژنتیکی در جمعیت‌های بومی گلرنگ ایران. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۲ (۲): ۴۵۶-۴۴۷.
- پورداد، س. ۱۳۸۵. گلرنگ. ترجمه. نشر سپهر، ۱۲۳ ص.
- خواجه پور، م. ۱۳۸۳. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۵۸۳ ص.
- راشد محصل، م. ح.، و م. ع. بهدانی. ۱۳۷۳. بررسی اثر رقم و تکرار بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گلرنگ. مجله علوم و منابع کشاورزی. جلد ۸، شماره ۲. ۱۱۰-۱۲۴.
- زینلی، ا. ۱۳۷۸. گلرنگ. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۴۴ ص.

- شهسواری، م. ر.، ط. یساری، ا. ب. برزگر و ا. ح. امیدی. ۱۳۸۴. مطالعه مراحل نمو و ارتباط این مراحل با عملکرد دانه در ده رقم گلرنگ. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۶۸.
- نادری، م. ر.، ق. نورمحمدی، ا. مجیدی، ف. درویش، ا. ح. شیرانی راد و ح. مدنی. ۱۳۸۴. بررسی عکس العمل گلرنگ تابستانه به شدت های مختلف تنش خشکی در منطقه اصفهان. مجله علوم زراعی ایران. جلد هفتم، شماره ۳، صص ۲۱۲-۲۲۵.
- ناصری، ف. ۱۳۷۰. دانه های روغنی. انتشارات آستان قدس رضوی.
- یزدی صمدی، ب و س. عبدمیشانی. ۱۳۷۰. اصلاح نباتات زراعی. مرکز نشر دانشگاهی تهران.
- یزدی صمدی، ب و ک. سعادت. ۱۳۵۷. مقایسه صفات زراعی دورگه های مصنوعی و طبیعی و چندرگه و پایه های پدری در شش آمیزش گلرنگ، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد دوم.
- یزدی صمدی، ب. ۱۳۵۶. بررسی وضعیت دگرگشتی گلرنگ در کرج، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد اول.
- Abel, G. ۱۹۷۶. Effect of irrigation regimes, planting date, nitrogen levels, and row spacing on safflower cultivars. *Agronomy Journal*. ۶۸: ۴۴۸-۴۵۱.
- Ahmadi, M.R. and Omid, A.H. ۱۹۹۷. Study and determination of natural out crossing in winter safflower. *Sesame and Safflower Newsetter*, ۱۲: ۹۴-۹۷.
- Anderson, R.L. ۱۹۸۵. Chlorsulfuron of weed control in safflower. *Weed Science*. ۳۳: ۸۴۲-۸۴۰.
- Anonymous. ۲۰۱۰. Integrated Pest Management. Available from: URL: <http://www.jnkvv.nic.in/IPM/۲۰Project/disease-safflower.html>.
- Anonymous. ۲۰۱۰. Integrated Pest Management. Available from: URL: <http://www.jnkvv.nic.in/IPM/۲۰Project/insect-safflower.html>.
- Ashri, A. ۱۹۷۱. Evaluation of the world collection of safflower reaction to several diseases and association with morphological character. *Crop Science*. ۱۱: ۲۵۳-۲۵۷.
- Ashri, A. and Knowles, P.F. ۱۹۶۰. Cytogenetics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) species and their hybrids. *Agronomy Journal*. ۵۲: ۱۱-۱۷.
- Ashri, A., Zimmer, D. E., Urie, A., Cahaner, L. A. and Marani A. ۱۹۷۴. Evaluation of the world collection of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) IV. Yield and yield components and their relationships. *Crop Science*. ۱۴: ۷۹۹-۸۰۲.
- Bamber, C.J. ۱۹۱۶. Plants of the Punjab. Supt. Govt. Printing, Lahore Punjab, ۳۳۲, ۳۷۳.
- Bergman, J. W., Rivelan, N. R. and Flynn, C. R. ۲۰۰۰. Registration of Montola ۲۰۰۱. Safflower. *Crop Science*. ۴۰ (۲): ۵۷۳-۵۷۴.
- Blackshaw, R.E., Derksen, D.A. and Muendel, H. ۱۹۹۰a. Herbicides for weed control in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Canadian Journal Plant Science* ۷۰: ۲۳۷-۲۴۵.

- Blackshaw, R.E., Derksen, D.A. and Muendel, H. 1990b. Herbicide combinations for post-emergent weed control in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Weed Technology* 1: 97-101.
- Blackshaw, R.E., Morrison, R.J., Muendel, H. and Roth, B.T. 1992. Weed control in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) with Flurtamone. *Weed Science*. 40: 110-114.
- Burhan, A., Enver, E., and Zehra, E. 2001. Effects of N application times on morphology, yield and quality characters of safflower. <http://www.sidney.ars.usda.gov/state/safflon/>.
- Cervantes-Martinez, J.E. 2001. Safflower production and research in Mexico: status and prospects. In *Proceedings of the 8th International Safflower Conference*, Williston, ND, and Sidney, MT, July 23-27, 2001. Bergman, J.W. and H.-H. Mundel, Eds., p. 282.
- Charlet, L.D. and Gulya, T.J. 2002. Zeroing in on a confectionary sunflower blemish. *Agricultural Research, USDA, ARS*, vol. 50, No. 2 (February), p. 13.
- Dajue, L. and Mundel, H.H. 1996. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Promoting the conservation and use of underutilized and Neglected Crops. Institute of Plant Genetic and Crop Plant Research, Gatersleben / International Plant Genetic Resources Institute, Rome. Italy. 87 p.
- Darlington, C.D. and Wylie, A.P. 1956. *Chromosome Atlas of Flowering Plants*. Macmillan Co., New York, p. 262.
- Deokar, A.B. and Patil, F.B. 1975. Inheritance of some qualitative characters in safflower: cases of linkage. *Indian Journal of Heredity*. 7: 31-38.
- Deshpande, R.B. 1952. Wild safflower (*Carthamus oxyacantha* Bieb.): a possible oil seed crop for the desert and arid regions. *Indian Journal of Genetics*. 12: 10-14.
- Duane, B., Neiler, E. and Gerald, B. 1998. Safflower production. NDSUEX tension service. www.ext.nodak.edu/extpubs/plantsci/crops/aavow.htm.
- Emongor, V. 2010. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) the under utilized and neglected Crop: A Review. *Asian J. Plant Sci*. 9: 299-306.
- Estilai, A. 1977. Interspecific hybrids between *Carthamus tinctorius* and *C. alexandrinus*. *Crop Science*. 17: 800-802.
- Estilai, A. and Knowles, P.F. 1976. Cytogenetic studies of *Carthamus divaricatus* with eleven pairs of chromosomes and its relationship to other *Carthamus* species (Compositae). *American Journal of Botany*. 63: 771-782.
- Estilai, A. and Knowles, P.F. 1980. Aneuploids in safflower. *Crop Science*. 20: 516-518.
- FAO. 2007. *Production Year Book*, FAO, Rome. <http://apps.fao.org/default-c.htm>.

- Fernandez-Martinez, J. and Knowles, P.F. ۱۹۷۸. Combined effects of genes for appressed and decumbent branching in safflower. *Crop Science*. ۱۷: ۵۱۶-۵۱۷.
- Flemmer, A.C., Franchini, M.C. and Lindström, L.I. ۲۰۱۵. Description of safflower (*Carthamus tinctorius*) phenological growth stages according to the extended BBCH scale. *Ann. Appl. Biol.* ۱۶۶ (۲): ۲۳۱-۲۳۹.
- Fu, Z. ۱۹۹۳. Study on occurrence and control of safflower rust in Tacheng of Xinjiang. P. ۴۳۰-۴۳۴, in: D. Li and Y. Han (eds.). *Proc. ۳rd International Safflower Conference*, Beijing, China. ۱۴-۱۸ June, ۱۹۹۳.
- Ghanavati, A., knowels, P.F. ۱۹۷۹. Variation among winter type of Safflower. *Crop Science*. ۱۷: ۴۴-۴۶.
- Ghorashy, S. A. and OmidTabrizi, A.H., Mohaghdoust, Z.T. and Nasiri, M. ۲۰۰۴. Physiological evaluation of cold tolerance in winter safflower varieties. *Sesame & Safflower Newsletter*. No ۱۹.
- Goutam, R.D., Subash Cander, Sharma, V.K. and Singh, R. ۱۹۹۵. Aphids infesting safflower their predatory complex and effect on oil content. *Annals Plant Protection Science*, ۳(۱), ۲۷-۳۰.
- Haby, V., Black, J., Bergman, W., and Larson, R.A. ۱۹۸۲. Nitrogen fertilizer requirements of irrigated safflower in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal*. ۷۴:۳۳۱-۳۳۵
- Hanelt, P. ۱۹۶۱. Information on *Carthamus tinctorius* L. *Die Kulturpflanze*. ۹: ۱۱۴-۱۴۵ (in German).
- Hanelt, P. ۱۹۶۳. Monographische Übersicht der Gattung *Carthamus tinctorius* L. (Compositae). *Feddes Repertorium Specierum Novarum Regni Vegetabilis. Bot. Taxon. Geobot.* ۶۷: ۴۱-۱۸۰.
- Harvey, B.L. and Knowles, P.F. ۱۹۶۵. Natural and artificial allopolyploids with ۲۲ pairs of chromosomes in the genus *Carthamus* L. (Compositae). *Canadian Journal of Genetics. Cytol.* ۷: ۱۲۶-۱۳۹.
- Henning, H., Robert, J. and Robert, E. ۱۹۹۲. Safflower production on Canadian provinces. printed bx. LTD. Lethbridge ALBERTA.
- Huang, H.C., Morrison, J.R., Muendel, H., Barr, D.J.S., Klassen, G.R. and Buchko, J. ۱۹۹۲. *Pythium* spp. 'group G' a form of *Pythium ultimum* causing damping-off of safflower. *Canadian Journal of Plant Pathology* ۱۴: ۲۲۹-۲۳۲.
- Irwin, J.A.G. ۱۹۷۶. Effect of *Alternaria carthami* on the yield, yield components and seed quality of safflower. *Australian Journal of Experimental Agriculture Animal Husbandry* ۱۶: ۹۲۱-۹۲۵.
- Janardhan, K.V., Patil, B.N. and Raiker, D.S. ۱۹۸۶. Relative tolerance of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Varieties to saline water irrigation. *Indian Journal of Plant Physiology* ۲۹ (۲) ۱۱۸-۱۲۴ [En, ۱۴ ref.] Coll. Agric., Dharwad ۵۸۰۰۰۵, Karnataka, India.
- Johnson, D.L. and Mündel, H. ۱۹۸۷. Grasshopper feeding rates, preferences, and growth on safflower. *Journal of Applied Biology* ۱۱۱: ۴۳-۵۲.

- Khidir, M.O. and Knowles, P.F. ۱۹۷۰. Cytogenetic studies of *Carthamus* species (Compositae) with ۳۲ pairs of chromosomes. II. Intersectional hybridization. Canadian Journal of Genetics. Cytol. ۱۲: ۹۰–۹۹.
- Kleingarten, L. ۱۹۹۳. In Notes Safflower Conference, Billings, MT, February ۱۸, ۱۹۹۳. Mundel, H.-H. and J. Braun, Eds. Lethbridge, AB, Canada, p. ۵.
- Knowles, P.F. ۱۹۶۹. Centers of plant diversity and conservation of crop germplasm: safflower. Economic Botany. ۲۳: ۳۲۴–۳۲۹.
- Knowles, P.F. ۱۹۸۸. *Carthamus* Species Relationships. Lecture presented at Beijing Botanical Garden, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing.
- Knowles, P.F. and Schank, S.C. ۱۹۶۴. Artificial hybrids of *Carthamus nitidus* Boiss. and *C. tinctorius* L. (Compositae). Crop Science. ۴: ۵۹۶–۵۹۹.
- Knowles, P.F. ۱۹۸۹. Safflower. Pp ۳۶۳–۳۷۴ in oil Crops of the World. McGraw-Hill, New York.
- Kolte, S.J. ۱۹۸۵. Diseases of Annual Edible Oilseed Crops, Vol. III: Sunflower, safflower, and nigerseed diseases. CRC Press, Boca Raton, FL. ۱۱۸ pp.
- Kumar, H. ۱۹۹۳. Current trends in breeding research for enhancing productivity of safflower in India. Sesame Safflower Newsletter. ۸: ۷۰–۷۳.
- Kumar, H., Pillai, R.S.N., and Singh, R.B. ۱۹۸۱. Cytogenetic studies in safflower. In Proceedings of the ۱st International Safflower Conference, Davis, CA, July ۱۲–۱۶, ۱۹۸۱, pp. ۱۲۶–۱۳۶.
- Kupzow, A.J. ۱۹۳۲. The geographical variability of the species *Carthamus tinctorius* L. Bulletin of Applied of Genetics and Plant breeding. ۱: ۹۹–۱۸۱.
- Li, D. and Mundel, H.-H. ۱۹۹۶. Safflower. *Carthamus tinctorius* L. Promoting the Conservation and Use of Underutilized and Neglected Crops. ۷. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, ۸۳ pp.
- Li, D. and Yuanzhou, H. ۱۹۹۳. The development and exploitation of safflower tea. In Proceedings of the ۳rd International Safflower Conference, Beijing, June ۱۴–۱۸, ۱۹۹۳. Li, D. and H. Yuanzhou, Eds., pp. ۸۳۷–۸۴۳.
- Longyun, L., Yan, Z., Guangping, L. and Tianfu H. ۱۹۹۵. Ontogeny of *Carthamus tinctorius* L. Acta Agonomica Sinica, ۲۱(۶), ۷۰۴–۵.
- Lopez-Gonzalez, G. ۱۹۹۰. Acerca de la clasificacion natural del genero *Carthamus* L., s.l. Anales Jardin Botony of Madrid ۴۷: ۱۱–۳۴.

- Lyon, D., Burgener, P., Harveson, R., Hein, G. and Hergert, G. ۲۰۰۷. Growing safflower in Nebraska. University of Nebraska.
- Marita, T., and Muldoon, D. ۱۹۹۵. Effect of irrigation schedules and new spacing on the yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Journal of oilseed Research. ۱۹۹۵. ۳۰۷-۳۰۸.
- Merril, S.D., Tanaka, D.L., Krupinky, M.J. and Ries, R.E. ۲۰۰۱. Safflower root growth and water use in comparison with other crops. Fifth International Safflower Conference. <http://www.Sidney.Ars.asda.gov/state/safflon>.
- Mohseni, M., Ohe, T., Fazeli, M. R. Ostad, S.N., Hamed, M., Jamalifar, H., and Azizi, E. ۲۰۰۶. Studying the mutagenicity of red florets safflower IL۱۱۱ using ames test. Journal Pharmacology and Toxicology. ۱(۶):۵۴۵-۵۵۱.
- Mündel, H.-H. and Johnson, D.L. ۱۹۸۷. Safflower susceptibility and response to feeding by grasshoppers. Journal of Applied Biology ۱۱۱: ۲۰۳-۲۱۲.
- Mundel, H.-H., Blackshaw, R.E., Byers, J.R., Huang, H.C., Johnson, D.L., Keon, R., Kubik, J., Mckenzie, R., Otto, B., Roth, B., and Stanford, K. ۲۰۰۴. Safflower Production on the Canadian Prairies: Revisited in ۲۰۰۴. Agriculture and Agri-Food Canada, Lethbridge Research Centre, Lethbridge, Alberta, ۳۷ pp.
- Mündel, H.-H., Huang, H.C., and Kozub, G.C. ۱۹۸۵. Sclerotinia head rot in safflower: assessment of resistance and effects on yield and oil content. Canadian Journal of Plant Science ۶۵: ۲۵۹-۲۶۵.
- Mündel, H.H. and Roth, B. ۱۹۹۲. Safflower Production on the Canadian Prairies. Agric. Canada Res. Station, Lethbridge/Alberta Safflower Growers Association with funding by Farming for the Future Project No. ۸۷-۰۰۱۶, Alberta Agric. Research Institute. ۳۵ p.
- Mündel, H.-H., Huang, H.C., Kozub, G.C. and Daniels, C.R.G. ۱۹۹۷. Effect of soil moisture, soil temperature and seed-borne, *Alternaria carthami*, on emergence of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Botanical Bulletin of Academia Sinica ۱۸: ۲۵۷-۲۶۲.
- Mundel, H.-H., Hung, H.C., Kozub, G.G. and Barr, D.J.S. ۱۹۹۵. Effect of soil moisture and temperature on seedling emergence and incidence of phytium damping-off in safflower. Canadian Journal of Plant Science. ۷۵:۵۰۵-۵۰۹.
- Mündel, H.-H., Morrison, R.J., Entz, T., Blackshaw, R.E., Roth, B.T. Kiehn, F. and Vandenberg, A. ۱۹۹۴. Row spacing and seeding rates to optimize safflower yield on the Canadian prairies. Canadian Journal of Plant Science ۷۴: ۳۱۹-۳۲۱.
- Mundel, H.-H. ۱۹۶۹. Effect of rainfed and irrigated conditions on yield of indigenous and exotic varieties of safflower (*Carthamus tinctorious* L.). Madras of Agricultural Journal. ۵۶:۷۷۲-۷۷۷.
- Nagaraj, G. ۱۹۹۵. Quality and Utility of Oilseeds. Directorate of Oilseeds Research, Hyderabad, India, ۷۰ pp.

- Narkhede, B.N. and Deokar, A.B. 1990. Inheritance of spineness and pericarp types in safflower. Journal of Maharashtra Agricultural University. 15:279-281.
- Nimbkar, N. 2002. Safflower rediscovered. Times Agricultural Journal. 2: 32-36.
- Oelke, E.A., Oplinger, E.S., Teynor, T.M., Putnam, D.H. and Doll, I.D. 1992. Safflower. <http://www.botanical.com/botanical/mb/s/safflooz/html>.
- Omidi, A.H. 2000. Correlation between traits and path analysis for grain and oil yield in spring safflower. Sesame & Safflower Newsletter.
- Omidi, A.H. 2002. Floret removal effects on grain and oil yield and their components in spring safflower. Sesame & Safflower Newsletter.
- Omidi, A.H. 2005. Stability and adaptability estimates of some safflower cultivars and lines in different environmental condition. Journal of Agricultural Sciences and Technology (JAST). Volume 7, 2005.
- Patel, J.S. and Narayana, G.V. 1935. Chromosome numbers in safflower. Current. Science. 4: 112.
- Patil, P.S. 1987. Safflower. Nilma Printing Press, Solapur, Maharashtra, India.
- Pourdavai, H. and A.H. Omidi. 1993. Safflower a native crop of Iran. Sesame & Safflower Newsletter. 8: 90-91.
- Rahman, M. and Akhtaruzzaman, M.A. 2001. Prospects of safflower as a minor oilseed crop in Bangladesh. Fifth International Safflower Conference. [http:// www. sidney.ars. usda.gov/ state/ safflon/](http://www.sidney.ars.usda.gov/state/safflon/).
- Raina, S.N., Sharma, S. Sasakuma, T. Kishii, M. and Vaishnavi, S. 2005. Novel repeated DNA sequences in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) (Asteraceae): cloning, sequencing and physical mapping by fluorescence in situ hybridization. Journal of Heredity. 96: 121-129.
- Rajvanshi, A.K. 2005. Development of safflower petal collector. Proceeding of sixth international safflower conference. Istanbul, Turkey. 6-10 June. PP 80-85.
- Ranga R.V. 1989. Safflower in India's vegetable oil scenario: emerging trends, potentials, possibilities and challenges. P. 19-30, V. Ranga Rao and M. Ramachandran (eds.). Proc. 2nd International Safflower Conference, Hyderabad, India. 9-13 Jan. 1989. ISOR, Directorate of Oilseeds Research, Hyderabad.
- Richharia, R.H. and Kotval, J.P. 1940. Chromosome numbers in safflower. Current Science. 9: 73-74.
- Sawant, A.R., Saxena, M.K., Deshpande, S.L. and Bharaj, G.S. 2000. Cultivation of spineless safflower is profitable In Extended Summaries. National Seminar on "Oilseeds and Oils Research and Development Needs in the Millennium," Hyderabad, India, February 2-4, 2000. ISOR, Directorate of Oilseeds Research, pp. 39-40.

- Schank, S.C. and Knowles, P.F. 1964. Cytogenetics of hybrids of *Carthamus* L. species (Compositae) with ten pairs of chromosomes. *American Journal of Botany*. 51: 1093-1102.
- Singh, R.J. 2007. Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement (Volume 1: Oilseed Crops). CRC Press. 167-194.
- Singh, R.P. and Abidi, A.B. 2005. Protein enriched biscuits from safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cake. *Beverage Food World* 32: 46.
- Singh, V. 1996. Inheritance of genetic male sterility in safflower. *Indian Journal of Genetics*. 56: 490-494.
- Singh, V. 2005. Annual Report of Ad Hoc Project on "To Study the Usefulness of Petal from Indian Cultivars of Safflower for Developing Value Added Products of Edible Nature." Paper presented at Group Monitoring Workshop on DST, New Delhi, February 3-5, pp. 7-11.
- Smith, J.R. 1996a. Safflower. AOCS Press, Champaign, IL, USA. 724p.
- Smith, J.R. 1996b. Safflower. American Oil Chemists Society Press, Champaign, IL. USA. Pp. 606.
- Suganya, A., M. Sujatha, and K.R. Sastry. 1997. In vitro selection for resistance to *Fusarium oxysporum* Schlecht. *Carthami Klisiewicz and Houston* in safflower. In *Proceedings of the 4th International Safflower Conference: Safflower: A Multipurpose Species with Unexploited Potential and World Adaptability*, Adriatica, Editrice, Bari, Italy, June 2-7, 1997. Corleto, A. and Mundel, H.-H., Eds., pp. 305-308.
- Tanaka, D.L., Riveland, N.R., Bergman, J.W. and Schneiter, A.A. 2001. Safflower plant development stages. IVth International Safflower Conference, Bari 2-7 June.
- Tesu, C., Merlescu, E. and Avarvarei, I. 1975. Salinity tolerance in safflower. *Agron- Hort. Lucrari Stiin.* Institute of Agronomy. Ion Ionescu. Brad, Romania, pp. 49-50.
- Vavilov, N.I. 1951. The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants. Ronald Press Company, New York, 1951, 364 pp.
- Vilatersana, R., Garnatje, T., Susanna, A. and Garcia-Jacas, N. 2005. Taxonomic problems in *Carthamus* (Asteraceae): RAPD markers and sectional classification. *Botany of Journal*. 147: 375-383.
- Weiss, E.A. 1971. Castor, Sesame, and Safflower. Barnes and Noble, Inc., New York. Pp. 529-744.
- Weiss, E.A. 1983. Oilseed crops. Chapter 6. Safflower. Longman Group Limited, Longman House, London, UK. Pp. 216-281.
- Weiss, E.A. 2000. Oilseed crops consultant in tropical agriculture. Victoria Australia.

Zhaomu, W. and Lijie, D. 2001. Current situation and prospects of safflower products development in China. In Proceedings of the 6th International Safflower Conference, Williston, ND, and Sidney, MT, - July 23-27, 2001. Bergman, J.W. and H.-H.Mundel, Eds., pp. 315-319.