

السلامة
الحمد لله
الذي هدانا لهذا
الذي كنا لنهتدي لولا
أن هدانا الله



دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته‌ی مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی

تعیین منحنی‌های هم‌دمای دفع و جذب رطوبت تعادلی
گلرنگ برای بررسی پدیده پسماند و مدلسازی پروسه به
کمک شبکه عصبی مصنوعی

به کوشش

مسعود براتی کاکلکی

استاد راهنما:

دکتر علی زمردیان

اردیبهشت ۱۳۹۲

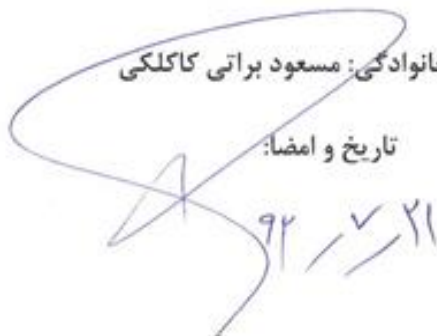
به نام خدا

اظهارنامه

اینجانب مسعود براتی کاکلکی (۹۰۰۰۷۰) دانشجوی رشته‌ی مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی اظهار می‌کنم که این پایان‌نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده‌ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته‌ام. همچنین اظهار می‌کنم که تحقیق و موضوع پایان‌نامه‌ام تکراری نیست و تعهد می‌نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین‌نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: مسعود براتی کاکلکی

تاریخ و امضا:



۹۲ / ۷ / ۲۱

به نام خدا

تعیین منحنی های هم دمای دفع و جذب رطوبت تعادلی گلرنگ برای بررسی
پدیده پسماند و مدلسازی پروسه به کمک شبکه عصبی مصنوعی

به کوشش
مسعود براتی کاکلکی

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی از فعالیت های
تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی:

مکانیک ماشین های کشاورزی

از دانشگاه شیراز

شیراز

جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی کمیته ی پایان نامه، با درجه ی: عالی

دکتر علی زمردیان، استاد بخش مکانیک ماشین های کشاورزی (استاد راهنما).....

دکتر سید مهدی نصیری، استادیار بخش مکانیک ماشین های کشاورزی (استاد مشاور).....

دکتر عبدالعباس جعفری، استادیار بخش مکانیک ماشین های کشاورزی (استاد مشاور).....

دکتر داریوش زارع، دانشیار بخش مکانیک ماشین های کشاورزی، داور (متخصص داخلی).....

اردیبهشت ۱۳۹۲

تقدیم با بوسه بر دستان پدرم

به او که نمی دانم از بزرگی اش بگویم یا مردانگی سخاوت، سکوت،
مهربانی و ...

و

تقدیم به

مادرم

دریای بی کران فداکاری و عشق
که وجودم برایش همه رنج بود و وجودش برایم همه مهر

و

برادر بزرگم دکتر محمود براتی

که مایه افتخار من است.

سپاسگزاری

سپاس یزدان پاک را، که توفیق کسب دانش را به من عطا فرمود. اکنون که این رساله به پایان رسیده است بر خود فرض می‌دانم و به جاست تا قدردان زحمات عزیزانی باشم که مرا در این مهم یاری کردند. در ابتدا از زحمات خانواده با محبت، به خصوص مادر عزیزم تشکر می‌کنم که زحمتشان با هیچ کوششی قابل جبران نیست و همواره مایه دلگرمی و آرامش من بوده‌اند. از همراه همیشگی ام، خانم مهندس نادیا دلاورپور تشکر فراوان می‌کنم، زحمات فراوان و ارزشمند استاد راهنمای ارجمند، جناب آقای دکتر علی زمردیان را نیز ارج می‌نهم. از اساتید محترم مشاور، آقایان دکتر سید مهدی نصیری و آقای دکتر عبدالعباس جعفری که مرا در این پژوهش یاری کردند، کمال تشکر را دارم. همچنین سزاوار است تا از آقایان دکتر مهدی مهارلویی و مهندس حسین رحمانیان که در طی مدت تحصیلم از آموزش‌های موثر آنها بهره برده‌ام تشکر لازم را داشته باشم. یاد و خاطره دوستانی که در این برهه از زندگی کنار من بودند، جناب آقایان مهندس امیر جعفری، هادی ایزدی و سرکار خانم مهندس محفلی و سایر دوستان که در این کوتاه، مجال پرداختن به آن‌ها نیست، را گرامی می‌دارم. در آخر از زحمات اساتید بخش جناب آقای دکتر کسرای، آقای دکتر لغوی، آقای دکتر کامگار، آقای دکتر کارپورفر و آقای دکتر زارع و همچنین کارکنان بخش مکانیک ماشین‌های کشاورزی، آقایان مجید رعیت، شیرازی، مهندس شیرزادی و خانم مهندس فضایی سپاسگزاری می‌کنم.

چکیده

تعیین منحنی های هم دمای دفع و جذب رطوبت تعادلی گلرنگ برای بررسی پدیده پسماند و مدلسازی پروسه به کمک شبکه عصبی مصنوعی

به کوشش

مسعود براتی

اهمیت گلرنگ به عنوان دانه روغنی، به خصوص به دلیل دارا بودن اسیدچرب غیر اشباع لینولئیک باعث شده به تولید آن در جهان توجه خاصی معطوف گردد. در این تحقیق با استفاده از روش وزن سنجی، مقادیر رطوبت تعادلی دانه گلرنگ در سه دمای هوای ۲۵، ۴۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد در یک فرایند جذب و در یک فرآیند دفع در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به دست آورده شد. برای این منظور از یک محفظه کنترل شده از نظر شرایط ترمودینامیکی استفاده گردید. پس از تعیین مقادیر رطوبت تعادلی، منحنی‌های جذبی هم‌دما در دماهای محیطی مختلف ترسیم گردید. در این تحقیق مدل شبکه عصبی مصنوعی برای برازش داده‌های آزمایشی استفاده شد، که لایه ورودی مدل شامل دو نورون که مربوط به دو متغیر ورودی، و لایه خروجی دارای یک نورون، که نشان دهنده محتوای رطوبت تعادلی (EMC) در مدل است. تعداد نورون‌ها در لایه پنهان ۱ و لایه پنهان ۲ به ترتیب ۱۵ و ۱۰ عدد بودند. متغیرهای ورودی نیز رطوبت نسبی و دما می باشند. مدل ANN خشک کن توسط الگوریتم پس انتشار خطا آموزش داده شد. فاکتورهای آماری ضریب همبستگی، مربع میانگین خطا برای مقایسه‌ی مدل‌ها استفاده گردید. بعد از ۱۰۰۰ بار تکرار مراحل آموزش، ضریب همبستگی بین خروجی مشاهده شده و خروجی پیش بینی شده به سطح بالای (۰/۹۹۹) رسید. همچنین با استفاده منحنی های دفعی و جذبی در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد پدیده پسماند مورد بررسی قرار گرفت. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش دما در یک رطوبت نسبی ثابت هوا، مقدار رطوبت تعادلی کاهش یافت. در پایان این تحقیق مقادیر رطوبت تک لایه‌ای دانه‌های گلرنگ با استفاده از معادله بت برای هر سه دمای مذکور محاسبه گردید و نتایج نشان داد که با افزایش دما رطوبت تک لایه کاهش می‌یابد.

فهرست مطالب

فصل اول

- ۱- مقدمه ۲
- ۱-۱- اهمیت محصول ۲
- ۲-۱- شکل شناسی دانه ۵
- ۳-۱- زراعت ۶
- ۴-۱- برداشت ۷
- ۵-۱- اهمیت روغن گلرنگ ۷
- ۱-۶- اهمیت فرآیند خشک کردن ۸
- ۱-۶-۱- تئوری فرآیند خشک کردن از لحاظ فیزیکی ۹
- ۱-۶-۲- روش‌های انتقال حرارت ۹
- ۱-۶-۳- روش‌های مختلف فرآیند خشک کردن ۹
- ۱-۶-۳-۱- روش لایه نازک ۹
- ۱-۶-۳-۲- روش لایه ضخیم ۱۰
- ۱-۶-۴- انواع خشک‌کن‌ها ۱۰
- ۱-۷- محتوای رطوبت تعادلی و اهمیت آن در فرآیند خشک کردن ۱۲
- ۱-۷-۱- عوامل موثر بر مقادیر رطوبت تعادلی ۱۲
- ۱-۸- روش‌های مختلف اندازه‌گیری رطوبت تعادلی ۱۳
- ۱-۸-۱- روش فشارسنجی ۱۴
- ۱-۸-۲- روش رطوبت‌سنجی ۱۴

- ۱-۸-۳- روش وزن سنجی..... ۱۴
- ۱-۳-۸-۱- روش استاتیکی ۱۴
- ۲-۳-۸-۱- روش دینامیکی ۱۵
- ۹-۱- شرایط ترمودینامیکی محیط آزمایش برای تعیین رطوبت تعادلی ۱۵
- ۱۰-۱- پدیده پسماند ۱۶
- ۱۱-۱- شبکه عصبی مصنوعی (ANN) ۱۷
- ۱۲-۱- اهداف پژوهش ۱۸

فصل دوم

- ۲- پیشینه پژوهش ۲۱
- ۱-۲- استفاده از شبکه عصبی مصنوعی در پیش بینی رطوبت تعادلی ۲۲
- ۲-۲- تشریح کارکرد شبکه های عصبی مصنوعی با توجه به شبکه های عصبی طبیعی ... ۲۳
- ۱-۲-۲- اجزای یک نرون طبیعی: ۲۴
- ۲-۲-۲- سناریوی مدلسازی شبکه عصبی مصنوعی ۲۶
- ۳-۲- طرز کار مدل سلول عصبی ۲۶
- ۴-۲- طرز کار شبکه عصبی: ۲۸
- ۵-۲- نکاتی در مورد شبکه های عصبی ۳۰
- ۱-۵-۲- تعداد سلول های هر لایه و تعداد لایه ها ۳۰
- ۲-۵-۲- میزان یادگیری: ۳۲
- ۳-۵-۲- نرمالیزه کردن ۳۲
- ۶-۲- مقایسه شبکه های عصبی مصنوعی با روش های محاسباتی مرسوم ۳۳
- ۷-۲- تئوری شبکه های عصبی پیش خوراند ۳۴

- ۳۷-۸-۲- الگوریتم پس انتشار خطا ۳۷
- ۳۷-۱-۸-۲- شبکه پس انتشار پیشخورد ۳۷
- ۳۸-۲-۸-۲- شبکه پس انتشار پسخورد ۳۸
- ۳۸-۹-۲- تحقیقات صورت گرفته در زمینه کاربرد شبکه عصبی: ۳۸
- ۴۰-۱۰-۲- تحقیقات صورت گرفته در زمینه بررسی پدیده پسماند و تعیین رطوبت تک لایه ۴۰

فصل سوم

- ۴۵-۳- مواد و روش ها ۴۵
- ۴۵-۱-۳- مشخصات ظاهری محفظه‌ی آزمایش ۴۵
- ۴۶-۲-۳- تجهیزات محفظه ۴۶
- ۵۲-۳-۳- آماده‌سازی نمونه آزمایش ۵۲
- ۵۲-۴-۳- آماده‌سازی و کنترل شرایط محفظه برای انجام آزمایش ۵۲
- ۵۲-۱-۴-۳- کنترل دما ۵۲
- ۵۳-۲-۴-۳- کنترل رطوبت نسبی هوای داخل محفظه ۵۳
- ۵۴-۵-۳- مراحل انجام آزمایش ۵۴
- ۵۵-۶-۳- تعیین رطوبت تعادلی با استفاده از آون ۵۵
- ۵۷-۷-۳- تعیین منحنی‌های هم‌دمای جذبی ۵۷
- ۵۸-۸-۳- تعیین مدل مناسب شبکه عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی رطوبت تعادلی جذبی ۵۸

فصل چهارم

- ۶۲-۴- نتایج و بحث ۶۲
- ۶۲-۱-۴- تعیین مقادیر رطوبت تعادلی دانه گلرنگ ۶۲

۶۴-۲- ترسیم منحنی‌های هم‌دمای جذبی دانه گلرنگ ۶۴

۶۵-۳- برآزش داده‌ها روی توپولوژیهای مختلف از شبکه عصبی مصنوعی ۶۵

۷۰-۴- بررسی پدیده پسماند در گلرنگ در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد ۷۰

۷۳-۵- اثر دما بر روی مقدار رطوبت تعادلی ۷۳

۷۶-۶- مقادیر رطوبت تک لایه ۷۶

۷۹-۷- نتیجه‌گیری ۷۹

۸۱ پیوست

۸۲ منابع

فهرست جدول‌ها

- جدول (۱-۳). فهرست نمک‌های مورد استفاده جهت فراهم نمودن رطوبت نسبی (فعالیت آبی) ثابت (زمردیان و کاووسی، ۱۳۸۹). ۵۸
- جدول ۱-۴. میانگین مقادیر تکرارها به عنوان رطوبت تعادلی جذبی و دفعی دانه‌های گلرنگ در هر دما و رطوبت نسبی محاسبه شده ۶۳
- جدول ۲-۴. مدل‌های انتخاب شده برای دماهای ۲۵ و ۴۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد ۷۰
- جدول ۳-۴. مقادیر آزمایشگاهی رطوبت تعادلی (بر حسب درصد) طی فرآیند جذب و دفع رطوبت برای گلرنگ در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد ۷۱
- جدول ۴-۴. جدول تجزیه واریانس رطوبت نسبی_دمای محیط (آزمایشهای جذب رطوبت در دمای ۲۵ و ۴۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد و ۷ رطوبت نسبی محیطی در ۳ تکرار) ۷۳
- جدول ۵-۴. جدول تجزیه واریانس رطوبت نسبی_دمای محیط (آزمایشهای جذب رطوبت در دمای ۲۵ و ۴۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد و ۳ رطوبت نسبی محیطی در ۳ تکرار) ۷۵
- جدول ۶-۴. مقادیر رطوبت تک لایه‌ای (m_o) و ثابت (c) به دست آمده از نمودارهای بت... ۷۷

فهرست تصویرها

- شکل ۱-۱- تصویر شماتیک از گیاه گلرنگ ۵
- شکل ۱-۲- تصویر میوه گلرنگ ۵
- شکل ۲-۱- نمایی از شاخه های مختلف هوش محاسباتی ۲۳
- شکل ۲-۲- ساختار یک نورون طبیعی (Jain et al, 1996) ۲۴
- شکل ۲-۳- ساختار یک نورون مصنوعی (Kim and Kim, 2000) ۲۵
- شکل ۲-۴- مقایسه یک سلول عصبی مصنوعی با سلول عصبی واقعی (Palit, 2005) ۲۷
- شکل ۲-۵- نمودار فرآیند یک سیستم عصبی مصنوعی ۳۵
- شکل ۲-۶- یک سیستم عصبی مصنوعی چند ورودی ۳۵
- شکل ۲-۷- نمودار توابع تبدیل ۳۶
- شکل ۲-۸- شبکه پس انتشار پیشخورد ۳۸
- شکل ۳-۱. شمای ظاهری محفظه همراه با ابعاد آن ۴۶
- شکل ۳-۲. نمای برش خورده محفظه آزمایش و تجهیزات درونی A: قفسه مشبک سیمی؛ B: هیتر مجهز به فن؛ C: ظروف حاوی نمک؛ D: سبد حاوی نمونه های آزمایشی ۴۷
- شکل ۳-۳. نمای شماتیک محفظه و تجهیزات بیرونی A: محفظه ی آزمایش؛ B: میز؛ C: ترازوی دیجیتال؛ D: تابلوی مدار الکتریکی؛ E: نمایشگر رطوبت سنج؛ F: نمایشگر ترموستات ... ۴۸
- شکل ۳-۴. تصویر دماسنج های جیوه ای تر و خشک ۴۹
- شکل ۳-۵. تصویر تابلوی مدار الکتریکی A: نمایشگر رطوبت سنج دیجیتالی؛ B: نمایشگر ترموستات؛ C: لامپ هشداردهنده؛ D: کلید روشن و خاموش کردن کل دستگاه؛ E: کلید لامپ بازبینی داخل محفظه؛ F: کلید فن ۵۰
- شکل ۳-۶. تصویر ترازوی دیجیتالی شرکت A&D ۵۱
- شکل ۳-۷. تصویر نمونه دانه گلرنگ درون سبد ۵۱

- شکل ۳-۸. تصویر آون استفاده‌شده در آزمایش ۵۶
- شکل ۳-۹. منحنی‌های هم‌دمای جذب و دفع رطوبت و پدیده پسماند (توکلی پور، ۱۳۷۶). ۵۷
- شکل ۳-۱۰. تصویری از نمک‌های مورد استفاده در آزمایش ۵۹
- شکل ۳-۱۱. تصویری از ظروف حاوی نمک اشباع درون محفظه A: ظرف‌های حاوی محلول نمک اشباع ۶۰
- شکل ۳-۱۲. تصویر کلی از تجهیزات مورد استفاده برای آزمایش A: محفظه آزمایش؛ B: میز؛ C: تابلوی مدار الکتریکی؛ D: ترازوی دیجیتال شرکت A&D؛ E: کوره الکتریکی ۶۰
- شکل ۴-۱. منحنی‌های هم‌دمای جذبی (بدون برازش) دانه گلرنگ ۶۴
- شکل ۴-۲. مدل شبکه عصبی مصنوعی ۶۶
- شکل ۴-۳. ضریب همبستگی بین خروجی مشاهده شده و خروجی پیش‌بینی شده ۶۶
- شکل ۴-۴. ضریب تبیین برای داده‌های تست شده ۶۷
- شکل ۴-۵. تطابق داده‌های آزمایشگاهی و داده‌های پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی مصنوعی ۶۸
- شکل ۴-۶. مقایسه بین مدل پیش‌بینی شده و محتوای رطوبت تعادلی اندازه‌گیری شده در دماهای ۲۵ درجه سانتیگراد ۶۸
- شکل ۴-۷. مقایسه بین مدل پیش‌بینی شده و محتوای رطوبت تعادلی اندازه‌گیری شده در دماهای ۴۰ درجه سانتیگراد ۶۹
- شکل ۴-۸. مقایسه بین مدل پیش‌بینی شده و محتوای رطوبت تعادلی اندازه‌گیری شده در دماهای ۶۰ درجه سانتیگراد ۶۹
- شکل ۴-۹. بررسی پدیده پسماند در دانه‌های گلرنگ ۷۲
- شکل ۴-۱۰. مقایسه بین مدل شبکه عصبی مصنوعی پیش‌بینی شده و محتوای رطوبت تعادلی اندازه‌گیری شده در دماهای ۶۰ درجه سانتیگراد ۷۲
- شکل ۴-۱۱. تغییرات گروهی میانگین رطوبت تعادلی در آزمون توکی ۷۴

شکل ۴-۱۲ نمودار بت در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد ۷۸

شکل ۴-۱۳ نمودار بت در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد ۷۸

شکل ۴-۱۴ نمودار بت در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد ۷۹

فصل اول

۱- مقدمه

۱-۱- اهمیت محصول

گلرنگ یکی از انواع دانه‌های روغنی است، دانه‌های روغنی پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. روغن‌ها و چربی‌ها یکی از اجزای مهم تشکیل دهنده غذای انسان می‌باشند، یک گرم چربی حدود ۹/۲ کیلوکالری انرژی در بدن تولید می‌کند، ضمن این که ویتامین‌های A، D، E و K محلول در چربی هستند و این اهمیت چربی‌ها را در تغذیه انسان نشان می‌دهد (Li and Mündel, 1996).

گلرنگ^۱ یا کافشه از گیاهان دنیای قدیم است که در منطقه وسیعی از ژاپن تا شرق آفریقا کاشت می‌شده است. گلرنگ یک ساله گیاهی از تیره مرکبه با نام علمی (Carthamus Tinctorius L.) می‌باشد که دارای ۱۲ جفت کروموزوم است. ظاهراً گلرنگ در منطقه هند تا خاورمیانه اهلی گردیده است. گلرنگ به صورت زراعت فرعی و با هدف برداشت گل کشت می‌شده است. گلبرگ گلرنگ دارای مواد رنگی کارتامین و کارتامیدین است که از آن‌ها برای رنگ آمیزی پارچه، ابریشم و گل‌های مصنوعی در طباحی و شیرینی‌پزی استفاده می‌شود. امروزه با تولید انلین مصنوعی از اهمیت رنگ‌های گلرنگ در صنایع رنگرزی کاسته شده است و بر اهمیت گلرنگ به‌عنوان دانه روغنی، بخصوص به علت دارا بودن اسید چرب غیر اشباع و ضروری لینولئیک، افزوده شده و به تولید آن در جهان توجه خاصی معطوف گردیده است. در صد روغن دانه گلرنگ در شرایط مساعد تا ۴۵ درصد می‌رسد. کشورهای هند، آمریکا و مکزیک مهم‌ترین تولید کنندگان گلرنگ در جهان بشمار می‌روند (Smith, 2005).

1- Safflower

این گیاه جدا از آن که به عنوان یک گیاه روغنی شناخته می‌شود دارای خواص دارویی نیز می‌باشد. داروی علفی آن جهت بهبود جریان خون، کاهش درد و بهبود بیماری‌های عروقی به کار می‌رود. این گیاه به دلیل قابلیت‌هایی نظیر قدرت سازگاری بالا، مقاومت به سرما، مقاومت نسبی به خشکی، شوری و قلیایی بودن خاک و موارد مصرف متعدد در بسیاری از کشورها به طور گسترده کشت می‌شود. در میان روغن‌های تجاری موجود روغن دانه این گیاه کیفیت قابل ملاحظه‌ای دارد (Li and Mündel, 1996).

روغن گلرنگ بالاترین مقدار لینولئیک اسید را در میان روغن‌های تجاری موجود دارد و از نظر میزان اسید چرب غیر اشباع بین روغن سویا و روغن بزرک قرار می‌گیرد. روغن گلرنگ به دلیل داشتن میزان بالای لینولئیک اسید، شاخص یدی بالا، رنگ زرد روشن و طعم مطبوع ویژه، به عنوان روغن مرغوب به شمار می‌آید و به صورت روغن سالاد، روغن پخت و پز و نیز در تهیه‌ی مارگارین و مایونز قابل استفاده است.

در سال ۱۹۵۷ پژوهشگران در گیاه گلرنگ نوعی جهش طبیعی گزارش کردند که خصوصیات گیاه و بذر تولید شده آن به جز توزیع اسیدهای چرب مشابه گلرنگ معمولی بود، در این رقم به جای لینولئیک اسید عمدتاً اولئیک اسید وجود دارد. این رقم به گلرنگ اولئیک یا Saffola معروف شده است (Kucuk and Arslan, 2005).

گلرنگ سالیان درازی است که از حالت وحشی خارج شده است. این گیاه از ۴۰۰۰ سال قبل به دلیل استفاده از گلچه‌های آن در مصر کشت می‌شده است. گلرنگ کشت شده در مصر پس از برداشت و تهیه رنگ از آن به ایتالیا، فرانسه و انگلستان صادر می‌شد و در آنجا به مصرف رنگرزی و تهیه پنیر می‌رسید (Hasselquist, 1962).

گلرنگ *Carthamus Tinctorius.L* گیاهی از تیره مرکبه و از خانواده Asteraceae بوده و ممکن است به صورت یک ساله یا دو ساله رویش نماید.

گیاه گلرنگ دارای یک ریشه اصلی است و به طور معمول ریشه‌های افقی فرعی نازکی تولید می‌نماید. ریشه عمودی گلرنگ به طور معمول تا عمق ۲ تا ۳ متری در خاک نفوذ می‌نماید و این در حالی است که ریشه‌های فرعی می‌توانند طولی بین ۶۰ تا ۹۰ سانتی‌متر تولید نمایند. به طور کلی طول و گسترش ریشه گلرنگ به رطوبت، ساختمان و میزان شوری و مواد غذایی موجود در خاک وابسته است. ریشه عمودی و گسترده گیاه به آن اجازه می‌دهد که

گیاه بتواند رطوبت و مواد غذایی را از اعماق خاک جذب نماید به همین دلیل گیاه گلرنگ نسبت به سایر گیاهان به خشکی مقاوم‌تر است (فروزان، ۱۳۷۸).

ساقه گلرنگ استوانه‌ای محکم صاف و بدون کرک می‌باشد و در منطقه یقه تا حدودی ضخیم است و با افزایش شاخه دهی نازک‌تر می‌شود و در زمان رسیدگی ترد و شکننده می‌گردد. وجود حالت شکننده در ساقه یک خصوصیت ژنتیکی بوده و میزان آن بسته به سن و ژنوتیپ متغیر است (Temple and Knowles, 1975). ضخامت ساقه آن بین ۳ تا ۱۲ سانتی‌متر متغیر می‌باشد و با عملکرد همبستگی دارد. ارتفاع بوته در ارقام مختلف از ۲۵ تا ۲۱۱ سانتی‌متر و تابعی از مبدأ اولیه رقم، خصوصیات اقلیمی منطقه و روش کشت می‌باشد. زاویه شاخه‌ها با ساقه در ارقام مختلف اغلب بین ۲۰ تا ۶۰ درجه تغییر می‌کند ولی در بعضی از ارقام زاویه شاخه با ساقه بین ۱۰-۲۰ درجه (مجاور هم) و در بعضی ۶۰-۹۰ درجه و در بعضی زاویه فوق به بیش از ۹۰ درجه (خوابیده) هم می‌رسد. به طور کلی این زاویه تابعی از عوامل محیطی و ژنتیکی است (Abel, 1974).

شکل برگ‌ها در قسمت‌های مختلف ساقه متفاوت است. بزرگترین برگ‌ها در وسط ساقه اصلی ظاهر می‌شود. در بررسی آماری که بر روی ۲۰۴۶ نمونه از ژرم پلاسماهای جهانی گلرنگ به عمل آمد ۵ نوع برگ مشاهده گردید.

برگ‌های تخم‌مرغی شکل (۱٪) برگ‌های به شکل تخم‌مرغ واژگون (۳٪) برگ‌های نیزه‌ای وارونه (۷٪) برگ‌های تخم‌مرغی دوک مانند (۱۷٪) و برگ‌های دوک مانند (۷۴٪)، اندازه برگ‌ها بسته به رقم اغلب دارای طول ۱۵-۱۰ سانتی‌متر و عرض ۵-۲/۵ سانتی‌متر می‌باشد. برگ‌های پایینی معمولاً بدون خار هستند ولی با رشد ساقه خارها رشد می‌نمایند و در مرحله گل کامل خارها سخت می‌شوند. حاشیه برگ‌ها نیز به صور مختلفی نظیر مژگه‌س، بدون بریدگی، با بریدگی عمیق و ناقص دیده می‌شود. در کشور چین به دلیل استفاده از گلچه‌های گلرنگ برای تهیه انواع دارو تمایل به کشت ارقام زراعی بدون خار بیشتر است (Abel, 1974).



شکل ۱-۱- تصویر شماتیک از گیاه گلرنگ

۱-۲- شکل شناسی^۱ دانه

شکل دانه گلرنگ در ارقام مختلف بین تخم‌مرغی، هرمی و هلالی تغییر می‌کند (شکل ۱-۲). بر اساس ساختمان‌های متفاوت، دانه گلرنگ بر اساس وضعیت فرم پوسته به انواع با پوسته معمولی، پوسته کم، پوسته خط دار و پوسته نازک تقسیم بندی می‌شود. رنگ پوسته معمولی گلرنگ از زرد روشن تا سفید متغیر است (Amini et al., 2008).



شکل ۱-۲- تصویر میوه گلرنگ