





دانشکده ی فناوری کشاورزی و منابع طبیعی

گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی

### **عنوان:**

**تعیین اثر رطوبت، سرعت بارگذاری و اندازه دانه بر برخی خواص مهندسی دانه  
گلرنگ**

استاد راهنما:

دکتر منصور راسخ

استاد مشاور:

دکتر یوسف عباسپور گیلانده

پژوهشگر:

حسن بلندهمت

تابستان ۱۳۹۳

## تعهدنامه اصالت اثر و رعایت حقوق دانشگاه

تمامی حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج، ابتکارات، اختراعات و نوآوری های ناشی از انجام این پژوهش، متعلق به دانشگاه محقق اردبیلی می باشد. نقل مطلب از این اثر، با رعایت مقررات مربوطه و با ذکر نام دانشگاه محقق اردبیلی، نام استاد راهنما و دانشجو بلامانع است.

اینجانب حسن بلندهمت دانش آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد گرایش مکانیک ماشین های کشاورزی دانشکده فناوری کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی به شماره دانشجویی ۹۱۳۳۴۱۳۱۰۲ که در تاریخ ۱۳۹۳/۰۶/۱۲ از پایان نامه ی تحصیلی خود تحت عنوان تعیین اثر رطوبت، سرعت بارگذاری و اندازه دانه بر برخی خواص مهندسی دانه گلرنگ دفاع نموده ام، متعهد می شوم که :

(۱) این پایان نامه را قبلاً برای دریافت هیچ گونه مدرک تحصیلی یا به عنوان هر گونه فعالیت پژوهشی در سایر دانشگاه ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی داخل و خارج از کشور ارائه ننموده ام.

(۲) مسئولیت صحت و سقم تمامی مندرجات پایان نامه تحصیلی خود را بر عهده می گیرم.

(۳) این پایان نامه، حاصل پژوهش انجام شده توسط اینجانب می باشد.

(۴) در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران استفاده نموده ام، مطابق ضوابط و مقررات مربوطه و با رعایت اصل امانت داری علمی، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در متن و فهرست منابع و مأخذ ذکر نموده ام.

(۵) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده یا هر گونه بهره برداری اعم از نشر کتاب، ثبت اختراع و غیره از این پایان نامه را داشته باشم، از حوزه معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه محقق اردبیلی، مجوزهای لازم را اخذ نمایم.

(۶) در صورت ارائه‌ی مقاله مستخرج از این پایان نامه در همایش‌ها، کنفرانس‌ها، سمینارها، گردهمایی‌ها و انواع مجلات، نام دانشگاه محقق اردبیلی را در کنار نام نویسندگان ( دانشجو و اساتید راهنما و مشاور ) ذکر نمایم.

(۷) چنانچه در هر مقطع زمانی، خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن ( منجمله ابطال مدرک تحصیلی، طرح شکایت توسط دانشگاه و ... ) را می پذیرم و دانشگاه محقق اردبیلی را مجاز می دانم با اینجانب مطابق ضوابط و مقررات مربوطه رفتار نماید.

نام و نام خانواگی دانشجو : حسن بلندهمت

امضا

تاریخ: ۱۳۹۳/۰۶/۱۲



دانشکده ی فناوری کشاورزی و منابع طبیعی

گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی

### عنوان:

**تعیین اثر رطوبت، سرعت بارگذاری و اندازه دانه بر برخی خواص مهندسی دانه**

### گلرنگ

پژوهشگر:

حسن بلندهمت

ارزیابی و تصویب شده ی کمیته داوران پایان نامه/ رساله با درجه ی .....

نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	سمت	امضا
دکتر منصور راسخ	دانشیار	استاد راهنما و رئیس کمیته داوران	
دکتر یوسف عباسپور گیلانده	دانشیار	استاد مشاور	

تقدیم به:

به استوارترین تکیه گاهم، دستان پر مهر پدرم

به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان سبز مادرم

که هرچه آموختم در کتب عشق شما آموختم و هرچه بگوختم قطره ای از دریای بی کران

مهربانیان را پاس توانم بگویم .

امروز هستی ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشتم رضای شما.

را آوردی گران سنگ تر از این ارزان نداشتم تا به خاک پایتان شاک کنم، باشد که حاصل تلاشم

نسیم کوزه غبار محبتکیتان را بزداید.

بوسه بر دستان پرمهرتان

## تقدیر و تشکر

سپاس خدای را که سخوران، در ستودن او بماند و شمارندگان، شمردن نعمت های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند. و سلام و دود بر محمد و خاندان پاک او، طاهران معصوم، هم آنان که وجودمان و امدار وجودشان است؛ و نفرین پیوسته بر دشمنان ایشان تا روز رستاخیز...

در ابتدا از محبت های پدر بزرگوارم، مادر عزیزم و همه ی اعضای خانواده عزیزم و پدر بزرگ و مادر بزرگ مهربانم و خانواده ایشان قدردانی و تشکر می کنم. بخصوص از مادر مهربانم که در این مسیر غمخوار من بوده و همه توفیقم را مدیون دعای خیر ایشان هستم، و از خداوند برای همه آنها سلامتی و بهروزی آرزو مندم.

بر خود لازم می دانم که از زحمات استاد راهنمای گرامیم جناب آقای دکتر منصور رنخ قدردانی و تشکر نمایم چرا که بدون راهنمایی های ایشان انجام این پایان نامه ممکن نبود و در نهایت صمیمیت و جدیت در تمامی مراحل انجام پایان نامه با ایشان همراه بوده. برای ایشان در تمامی مراحل زندگی از پروردگار بزرگ سلامت و سعادت آرزو مندم.

از زحمات و راهنمایی های استاد مشاورم جناب آقای دکتر یوسف عباسپور کیلانده تشکر و قدردانی می کنم. همچنین از همه اساتید گروه ماشین های کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی که صادقانه و باروی کوشاده مراد طول اجرای پایان نامه راهنمایی و مساعدت کردند، صمیمانه تشکر و قدردانی می کنم.

در نهایت از دوست عزیزم آقای مهندس محمد مصری به خاطر همکاری، همکاری و همراهی شان، تشکر می نمایم.

نام: حسن	نام خانوادگی دانشجو: بلند همت
عنوان پایان نامه: تعیین اثر رطوبت، سرعت بارگذاری و اندازه دانه بر برخی خواص مهندسی دانه گلرنگ	
استاد راهنما: دکتر منصور راسخ	
استاد مشاور: دکتر یوسف عباسپور گیلانده	
رشته: مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی	مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد
دانشگاه: محقق اردبیلی	گرایش: مکانیک ماشین های کشاورزی
تعداد صفحات: ۷۷	تاریخ دفاع: ۹۳/۰۶/۱۲
<p><b>چکیده:</b> گلرنگ از جمله محصولات استراتژیک در بخش دانه های روغنی می باشد. دانه گلرنگ منبع غنی از روغن (۳۵-۴۰٪) می باشد. شناخت خواص فیزیکی و مکانیکی گلرنگ می تواند در اعمال فرآیند های برداشت، جداسازی، روغن گیری، پوست گیری، انتقال نقش اساسی ایفا کند. در این تحقیق ویژگی های فیزیکی دانه گلرنگ رقم پدیده شامل ابعاد(طول، عرض، ضخامت)، سطح تصویر شده، قطر متوسط هندسی، قطر متوسط حسابی، ضریب کرویت و حجم در ۱۵۰ تکرار و چگالی توده، چگالی حقیقی، تخلخل، زاویه استقرار استاتیکی و وزن هزاردانه و نیز ضریب اصطکاک استاتیکی در چهار سطح آلومینیوم، آهن و استیل در ۱۰ تکرار و در ۴ سطح رطوبتی (۶/۵، ۸، ۹/۵ و ۱۱ درصد بر پایه خشک) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که عرض، ضخامت، قطر متوسط هندسی، حجم و زاویه استقرار استاتیکی در سطح احتمال ۰.۵٪ معنی دار شده است و با افزایش رطوبت مقدارشان افزایش می یابد. در حالی که طول، قطر متوسط حسابی، ضریب کرویت و سطح تصویر شده معنی دار نشده است. چگالی حقیقی، چگالی توده، تخلخل، وزن هزاردانه و اثر رطوبت و اثر نوع سطح بر ضریب اصطکاک استاتیکی در سطح احتمال ۰.۱٪ معنی دار شده است. همچنین برخی خواص مکانیکی دانه گلرنگ شامل نیروی گسیختگی، تغییر شکل در نقطه ی گسیختگی، انرژی گسیختگی و چغرمگی در آزمایش فاکتوریل بر پایه ی طرح کاملاً تصادفی با ۳ عامل، شامل ۴ محتوای رطوبتی (۶/۵، ۸، ۹/۵ و ۱۱ درصد بر پایه خشک)، ۴ سرعت بار گذاری (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ میلیمتر بر دقیقه) و ۳ اندازه دانه (کوچک، متوسط و بزرگ) تعیین شد. نتایج نشان داد که رطوبت در سطح احتمال ۰.۱٪ بر کلیه خواص مکانیکی اثر معنی دار دارد. با افزایش رطوبت تغییر شکل در نقطه گسیختگی، انرژی گسیختگی و چغرمگی افزایش ولی نیروی گسیختگی کاهش یافت. اندازه دانه در سطح احتمال ۰.۱٪ بر نیروی گسیختگی، انرژی گسیختگی و چغرمگی اثر معنی دار داشت. با افزایش اندازه دانه نیروی گسیختگی و انرژی گسیختگی افزایش ولی چغرمگی در نقطه ی گسیختگی کاهش یافت. سرعت بارگذاری در سطح احتمال ۰.۵٪ بر نیروی گسیختگی و انرژی گسیختگی و در سطح احتمال ۰.۱٪ بر چغرمگی اثر معنی دار داشت. همچنین با افزایش سرعت بارگذاری انرژی گسیختگی و چغرمگی در نقطه ی گسیختگی کاهش یافت.</p>	
کلید واژه ها: دانه گلرنگ، رطوبت، خواص مهندسی، بارگذاری فشاری، نیروی گسیختگی، چغرمگی	

## فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب	صفحه
فهرست مطالب.....	أ
فهرست جدول‌ها.....	د
فهرست شکل‌ها.....	ه
<b>فصل اول: کلیات پژوهش</b>	
فصل اول.....	۱-۳۰
کلیات پژوهش.....	۱
۱-۱ مقدمه.....	۲
۲-۱ ضرورت و اهداف تحقیق.....	۴
۳-۱ خواص محصولات کشاورزی.....	۷
۱-۳-۱ خواص فیزیکی.....	۸
۱-۳-۱-۱ شکل و اندازه.....	۹
۱-۳-۱-۲ حجم، چگالی و تخلخل.....	۱۰
۱-۳-۱-۳ ضریب اصطکاک استاتیکی.....	۱۱
۲-۳-۱ خواص مکانیکی.....	۱۱
۱-۲-۳-۱ عوامل مؤثر بر خواص مکانیکی.....	۱۲
۳-۳-۱ آزمون‌های مکانیکی.....	۱۴
۱-۳-۳-۱ بارگذاری فشاری تک محوری.....	۱۴
۲-۳-۳-۱ رئولوژی.....	۱۶
۳-۳-۳-۱ پارامترهای مستخرج از منحنی تنش- کرنش.....	۱۷
۴-۱ معرفی محصول دانه گلرنگ.....	۲۱
۱-۴-۱ سطح زیر کشت، عملکرد و میزان تولید دانه گلرنگ.....	۲۲



- ۲-۴-۱ گیاه شناسی دانه گلرنگ..... ۲۳
- ۳-۴-۱ اهمیت محصول دانه گلرنگ..... ۲۴
- ۱-۳-۴-۱ ارزش غذایی دانه گلرنگ و ترکیبات شیمیایی..... ۲۵
- ۵-۱ پیشینه‌ی پژوهش..... ۲۶

## فصل دوم: مواد و روش پژوهش

- فصل دوم..... ۳۱-۴۴
- مواد و روش پژوهش..... ۳۱
- ۱-۲ مقدمه..... ۳۲
- ۲-۲ تهیه و آماده سازی نمونه های مورد آزمایش..... ۳۲
- ۳-۲ تعیین رطوبت اولیه نمونه..... ۳۲
- ۴-۲ تعیین خواص فیزیکی..... ۳۴
- ۱-۴-۲ اندازه گیری ابعاد و تعیین خواص هندسی..... ۳۴
- ۲-۴-۲ اندازه گیری وزن و تعیین وزن هزاردانه..... ۳۶
- ۳-۴-۲ تعیین چگالی حقیقی، چگالی توده و تخلخل..... ۳۶
- ۴-۴-۲ تعیین ضریب اصطکاک استاتیکی..... ۳۸
- ۵-۴-۲ تعیین زاویه استقرار..... ۳۹
- ۵-۲ تعیین بعضی خواص مکانیکی دانه گلرنگ..... ۴۰
- ۱-۵-۲ آزمون بارگذاری فشاری تک محوری شبه استاتیک..... ۴۰
- ۲-۵-۲ نیروی گسیختگی..... ۴۲
- ۳-۵-۲ تغییر شکل در نقطه گسیختگی..... ۴۳
- ۴-۵-۲ انرژی گسیختگی..... ۴۳
- ۵-۵-۲ چقرمگی در نقطه گسیختگی..... ۴۳
- ۶-۲ طرح آزمایشی (دسته بندی اطلاعات و تجزیه و تحلیل آماری)..... ۴۴

## فصل سوم : نتایج و بحث

فصل سوم.....	۴۵-۶۶
نتایج و بحث.....	۴۵
۱-۳ مقدمه.....	۴۶
۲-۳ نتایج خواص فیزیکی دانه گلرنگ.....	۴۶
۱-۲-۳ نتایج ابعاد.....	۴۲
۲-۲-۳ نتایج قطر متوسط هندسی و حسابی، سطح تصویرشده، ضریب کروییت و حجم.....	۴۸
۳-۲-۳ نتایج چگالی توده، چگالی حقیقی، تخلخل، وزن هزاردانه و زاویه استقرار.....	۵۰
۴-۲-۳ نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ضریب اصطکاک استاتیکی دانه گلرنگ.....	۵۴
۳-۳ نتایج خواص مکانیکی دانه گلرنگ.....	۵۷
۱-۳-۳ رفتار تک دانه گلرنگ تحت بارگذاری شبه استاتیک.....	۵۷
۲-۳-۳ نتایج تجزیه واریانس خواص مکانیکی دانه گلرنگ.....	۵۸
۳-۳-۳ نتایج نیروی گسیختگی دانه گلرنگ.....	۵۹
۴-۳-۳ نتایج تغییر شکل در نقطه گسیختگی دانه گلرنگ.....	۶۱
۵-۳-۳ نتایج انرژی گسیختگی دانه گلرنگ.....	۶۲
۶-۳-۳ نتایج چغرمگی در نقطه گسیختگی دانه گلرنگ.....	۶۴

## فصل چهارم : نتیجه گیری و پیشنهادات

فصل چهارم.....	۶۷-۷۰
نتیجه گیری و پیشنهادات.....	۶۷
۱-۴ نتیجه گیری.....	۶۸
۱-۱-۴ خلاصه نتایج حاصل از اندازه گیری خواص فیزیکی دانه گلرنگ.....	۶۸
۲-۱-۴ خلاصه نتایج حاصل از اندازه گیری خواص مکانیکی دانه گلرنگ.....	۶۹
۲-۴ پیشنهادها.....	۷۰
منابع.....	۷۱-۷۸

## فهرست جدول ها

شماره و عنوان جدول	صفحه
جدول ۱-۳ نتایج تجزیه واریانس طول، عرض و ضخامت دانه گلرنگ	۴۶
جدول ۲-۳ نتایج تجزیه واریانس قطرمتوسط هندسی و حسابی، حجم، سطح تصویرشده و ضریب کرویت	۴۹
جدول ۳-۳ نتایج تجزیه واریانس چگالی توده، چگالی حقیقی، تخلخل، وزن هزاردانه، زاویه استقرار	۵۱
جدول ۴-۳ نتایج تجزیه واریانس ضریب اصطکاک استاتیکی	۵۵
جدول ۵-۳ نتایج تجزیه واریانس خواص مکانیکی دانه گلرنگ	۵۸

## فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل	صفحه
شکل ۱-۱ نمونه ای از مزرعه و دانه گلرنگ.....	۳
شکل ۲-۱ طبقه بندی علم رئولوژی.....	۱۷
شکل ۳-۱ تفاوت اساسی در منحنی نیرو- تغییر شکل مواد بیولوژیک و مواد پلیمری.....	۱۷
شکل ۴-۱ اندازه گیری ضریب کشسانی ظاهری از نمودار تنش- کرنش.....	۱۹
شکل ۵-۱ منحنی های نیرو-تغییر شکل برای دو ماده، یکی دارای نقطه تسلیم بیولوژیکی و دیگری فاقد آن.....	۲۱
شکل ۶-۱ گیاه و دانه گلرنگ.....	۲۴
شکل ۱-۲ رقم مورد آزمایش دانه گلرنگ.....	۳۲
شکل ۲-۲ طرح واره ابعاد اصلی دانه گلرنگ.....	۳۴
شکل ۳-۲ کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلی متر.....	۳۵
شکل ۴-۲ ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم.....	۳۶
شکل ۵-۲ دستگاه زاویه سنج دیجیتالی با دقت ۰/۱ درجه.....	۳۸
شکل ۶-۲ نمای کلی دستگاه آزمایش کشش - فشار سنتام سری STM-20.....	۴۱
شکل ۷-۲ ابعاد و جهت بارگذاری دانه گلرنگ.....	۴۱
شکل ۸-۲ نمودار نیرو-تغییر شکل برای نمونه مورد آزمایش تحت بارگذاری فشاری.....	۴۲
شکل ۱-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت بر عرض دانه گلرنگ.....	۴۷
شکل ۲-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت بر ضخامت دانه گلرنگ.....	۴۷
شکل ۳-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت بر متوسط قطر هندسی دانه گلرنگ.....	۴۹
شکل ۴-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت بر حجم دانه گلرنگ.....	۵۰
شکل ۵-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت بر چگالی توده دانه گلرنگ.....	۵۱
شکل ۶-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت بر چگالی حقیقی دانه گلرنگ.....	۵۲
شکل ۷-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت بر تخلخل دانه گلرنگ.....	۵۳
شکل ۸-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت بر وزن هزار دانه گلرنگ.....	۵۳
شکل ۹-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت بر زاویه استقرار دانه گلرنگ.....	۵۴
شکل ۱۰-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت بر ضریب اصطکاک استاتیکی دانه گلرنگ.....	۵۵
شکل ۱۱-۳ نتایج مقایسه میانگین اثر نوع سطح اصطکاکی بر ضریب اصطکاک استاتیکی دانه گلرنگ.....	۵۶

- شکل ۳-۱۲ نمونه ای از نمودار نیرو-تغییر شکل دانه گلرنگ.....۵۷
- شکل ۳-۱۳ نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت بر نیروی گسیختگی دانه گلرنگ.....۵۹
- شکل ۳-۱۴ نتایج مقایسه میانگین اثر اندازه دانه بر نیروی گسیختگی دانه گلرنگ.....۶۰
- شکل ۳-۱۵ نتایج مقایسه میانگین اثر سرعت بارگذاری بر نیروی گسیختگی دانه گلرنگ.....۶۱
- شکل ۳-۱۶ نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت بر تغییر شکل در نقطه گسیختگی دانه گلرنگ.....۶۱
- شکل ۳-۱۷ نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت بر انرژی گسیختگی دانه گلرنگ.....۶۲
- شکل ۳-۱۸ نتایج مقایسه میانگین اثر اندازه دانه بر انرژی گسیختگی دانه گلرنگ.....۶۳
- شکل ۳-۱۹ نتایج مقایسه میانگین اثر سرعت بارگذاری بر انرژی گسیختگی دانه گلرنگ.....۶۴
- شکل ۳-۲۰ نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت بر چگرمگی در نقطه گسیختگی دانه گلرنگ.....۶۵
- شکل ۳-۲۱ نتایج مقایسه میانگین اثر اندازه دانه بر چگرمگی در نقطه گسیختگی دانه گلرنگ.....۶۵
- شکل ۳-۲۲ نتایج مقایسه میانگین اثر سرعت بارگذاری بر چگرمگی در نقطه گسیختگی دانه گلرنگ.....۶۶

فصل اول

کلیات پژوهش

گلرنگ (*Carthamus tinctorius L.*) از تیره *Compositae* می باشد که پرشاخ و برگ، علفی، شبه خاردار و یک ساله که ارتفاع آن از ۲۰-۱۵۰ سانتی متر تغییر می کند. گل های آن معمولاً زرد، نارنجی و قرمز، میزان روغن دانه های آن ۲۷-۴۰ درصد و بین ۱۵-۱۹ درصد پروتئین دارد و بذرهاى آن شبیه تخم های کوچک آفتابگردان می باشد که در اصطلاح گیاه شناسی به آن آکن می گویند. این گیاه دارای دو تیپ بهاره و پاییزه می باشد که تیپ پاییزه آن دارای عملکرد بیشتری نسبت به بهاره است. گلرنگ بومی خاورمیانه محسوب شده و از نظر اکولوژیکی نسبت به آب و هوای ایران سازگار می باشد. بذرهاى آن در غوزه ای محفوظ قرار دارد و در هنگام برداشت ریزش نمی کند. همچنین وجود بیش از ۹۰ درصد اسیدهای چرب غیر اشباع، خصوصاً اسید اولئیک و اسید لینولئیک در روغن دانه، کاربرد کنجاله دانه آن به عنوان مکمل غذایی مناسب برای دام، مقاومت نسبتاً زیاد آن به تنش های غیرزنده از جمله شوری، خشکی و سرمای زمستانه از دیگر مزیت های این محصول محسوب می گردد (زینلی<sup>۱</sup>، ۱۹۹۹).

افزایش روز افزون جمعیت جهان در چند دهه اخیر، محدودیت شدید منابع انرژی غذایی را به دنبال داشته است، اگرچه ذخایر غذا معمولاً با تکیه بر گندم، برنج، حبوبات و ذرت به عنوان غذاهای اصلی، مورد بحث قرار می گیرند، اما دانه های روغنی در مقام دوم منابع مهم انرژی غذایی برای انسان به شمار می آیند. محصولات دانه های روغنی، یعنی روغن های خوراکی و کنجاله های مقوی پروتئینی که حاصل فرآیند روغن کشی هستند، بخشی از غذای روزانه انسان و دام را تشکیل می دهند، علاوه بر این، دانه های روغنی مصارف صنعتی، دارویی و غیره دارند (طهماسبی زاده و همکاران، ۱۳۸۹). ایران یکی از مراکز کشت گلرنگ در دنیای قدیم بوده و در اغلب نقاط مخصوصاً خراسان، آذربایجان، زنجان و اصفهان کشت می شده است (لاجوردی، ۱۳۵۹). روغن دانه های این گیاه به دلیل فراوانی اسیدهای چرب ضروری غیر اشباع و پایین بودن سطوح اسیدهای اشباع به نسبت سایر گیاهان مصارف خوراکی گسترده ای دارد (قلی زاده و برنارد، ۱۳۹۰). با توجه به مشکلات موجود در صنعت روغن های نباتی در داخل و اینکه بیش از ۹۰ درصد از نیاز مصرفی این فرآورده (به صورت دانه های روغنی و روغن خام) از طریق واردات تأمین می شود، لازم است تلاش های گسترده ای در جهت بهبود شرایط از جمله به

---

1. Zeinali

کار بردن منابع روغنی جدید و نیز اصلاح این منابع روغنی به منظور دستیابی به بازدهی و کیفیت مطلوب تر از نظر تغذیه ای و عملکردی انجام شود (احمدزاده و همکاران، ۱۳۸۸).

گلرنگ تقریباً در ۶۰ کشور جهان کشت می شود و سطح زیر کشت آن در دنیا در سال ۲۰۰۵ برابر با یک میلیون و سیزده هزار هکتار بوده است (فائو<sup>۱</sup>، ۲۰۰۶). در ایران کشت گلرنگ به عنوان یک گیاه روغنی از سال ۱۳۳۶ آغاز شد. یکی از امتیازات ارزشمند گیاه گلرنگ در ایران بومی بودن و سازگاری آن است. به طوریکه این گیاه با شرایط محیطی خشک و نیمه خشک و رطوبت کم سازگاری داشته و امکان کشت پاییزه آن در بسیاری از مناطق کشور وجود دارد. در سال ۱۳۵۰ سطح زیر کشت گلرنگ در ایران ۷۰۰ هکتار بوده ولی پس از سال ۱۳۵۳ کشت این گیاه بسیار محدود گردید (حدود ۳۸۳ هکتار) و مجدداً از اوایل دهه ۱۳۷۰ فعالیت هایی جهت گسترش کشت این دانه روغنی صورت پذیرفت. روغن گلرنگ برای اولین بار در آمریکا در دهه ی ۱۹۳۰ معرفی شد. با شناسایی و معرفی واریته هایی با میزان روغن بیشتر و با کیفیت بیشتر روغن (از نظر پروفیل اسید چرب) در دهه ۱۹۵۰، گلرنگ در سیستم کشاورزی جایگاه ویژه ای یافت (احمدزاده و همکاران، ۱۳۸۸). در شکل شماره ۱-۱ نمونه ای از مزرعه گلرنگ و دانه گلرنگ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱- نمونه ای از مزرعه گلرنگ و دانه گلرنگ

شناخت خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی از مهم ترین پارامترها در طراحی ماشین ها و ادوات کشاورزی، سیستم های درجه بندی، انتقال، فرآوری و بسته بندی می باشند. دلیل این امر این است که محصولات تحت برخورد و تنش های فراوانی از طرف تجهیزات قرار می گیرند که باعث بروز تلفات و ضایعات می شود. آگاهی از این نیروها که مستلزم تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات



است، برای فرآوری محصولات در دستگاه های مربوط و طراحی دستگاه های جدید لازم و ضروری است. همچنین خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی با تغییر رطوبت، دچار تغییر می شوند، لذا اطلاع از نحوه تأثیر رطوبت در شرایط مختلف فیزیکی و مکانیکی لازم و ضروری است. اطلاع از این خواص و طراحی دستگاه های فرآوری بر اساس این اطلاعات، مانع از آسیب دیدگی محصول و در مورد بذور باعث عدم کاهش قوه نامیه بذور و ارزش تجاری آنها می شود (حکم اللهی، ۱۳۹۲).

در این تحقیق، متغیر های مستقل آزمایش های مکانیکی عبارتند از: رطوبت، اندازه دانه و سرعت بارگذاری و متغیر های وابسته عبارتند از: تغییر شکل در نقطه گسیختگی، نیروی گسیختگی، انرژی گسیختگی و چغرمگی.

پارامتر های فیزیکی مانند ابعاد هندسی، چگالی توده، چگالی حقیقی، تخلخل و ضریب کرویت در کاهش صدمات مکانیکی، افزایش بازده فرآوری و بهینه سازی ماشین های فرآوری مؤثر می باشد (توکلی هشتجین، ۱۳۸۲)، که این خصوصیات در این تحقیق بررسی می شوند.

## ۱-۲- ضرورت و اهداف تحقیق

دانه های روغنی پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می دهند، بر اساس گزارشات سازمان خوارو بار جهانی (فائو، ۲۰۰۶) میزان تولید روغن در طول سال های ۰۶-۲۰۰۵ حدود ۲ درصد افزایش یافته است، در ایران علیرغم وجود اراضی وسیع قابل کشت و زمینه های نسبتاً زیادی که برای تولید دانه های روغنی وجود دارد، هنوز هم بیش از ۸۵ درصد از روغن مورد نیاز از خارج (به ارزش تقریبی ۶۴۷ میلیون دلار در سال ۱۳۸۵) وارد می شود (نصیراحمدی و همکاران، ۱۳۸۹).

تعیین محدوده های کمینه و بیشینه و مقادیر بحرانی هریک از خواص فیزیکی و مکانیکی که می تواند در عملیات دسته بندی و درجه بندی به کار رود، از ضروریات این تحقیق می باشد. شناخت خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی در طراحی ماشین ها و ادوات کشاورزی مرتبط با آن محصول از جایگاه مهمی برخوردار است. در این ارتباط اطلاع از خواص فیزیکی و مکانیکی محصولات کشاورزی در تعیین کیفیت، کاهش صدمات مکانیکی ناشی از حمل و نقل و بهینه سازی ماشین های فرآوری مؤثر می باشد. اطلاع از برخی خواص مکانیکی مانند نیروی گسیختگی، تغییر شکل در نقطه گسیختگی، انرژی گسیختگی و چغرمگی دانه از اهمیت خاصی برخوردار است و با شناخت خواص فیزیکی دانه گلرنگ از قبیل مشخصات ابعادی دانه، چگالی توده، چگالی حقیقی، تخلخل می توان با دقت

لازم نسبت به طراحی صحیح ماشین های کاشت، برداشت، پس از برداشت و سیستم های فرآوری محصول اقدام و ضایعات محصول را کاهش داد (توکلی هاشجین، ۱۳۸۲). با توجه به اهمیت خصوصیات، درونی دانه می توان با استفاده از خواص ظاهری به قضاوت، در مورد کیفیت محصول نهایی پرداخت (پائولسن<sup>۱</sup>، ۱۹۷۸).

با توجه به این که طراحی انواع مختلف دستگاه های تمیز کننده، بوجاری و جداسازی بر مبنای خواص فیزیکی و مکانیکی دانه از قبیل شکل، اندازه، حجم، جرم مخصوص، ضریب اصطکاک و زاویه سکون و نیروی شکست صورت می گیرد، پس شناخت این خواص اهمیت ویژه ای دارد (لوئیس<sup>۲</sup>، ۱۹۸۹).

به منظور طراحی تجهیزات مناسب برای جمع آوری، حمل و نقل، درجه بندی، جدا سازی، خشک کردن، ذخیره سازی و انجام عملیات کاشت گلرنگ، اندازه گیری و محاسبه ی خواص فیزیکی گلرنگ در رطوبت های مختلف ضروری به نظر می رسد. شناخت برخی خواص فیزیکی مهم مانند شکل، اندازه، سطح رویه، وزن هزار دانه، چگالی و تخلخل برای طراحی دستگاه های مناسب درجه بندی، حمل و نقل، ذخیره سازی و خشک کردن مناسب است (سهای و سینگ<sup>۳</sup>، ۱۹۹۴). برای مثال اندازه و شکل در دانستن خواص الکترواستاتیکی آنها برای طراحی دستگاه های درجه بندی، حمل و نقل، ذخیره سازی و خشک کردن مناسب است (محسنین<sup>۴</sup>، ۱۹۸۶).

شناخت ابعاد محوری در تعیین و طراحی اندازه حفره های ماشین های انتقال دهنده دانه ها مانند ماشین های دقیق کار لازم است. بعد بیشینه دانه نشان دهنده موقعیت خوابیدگی طبیعی دانه است و در محاسبه نیروی فشاری که باعث ترک دانه می شود مؤثر است. میانگین قطر هندسی دانه در تعیین سطح مقطع دانه ای که در حال حرکت در ناحیه آشفته یا تقریباً آشفته جریان هوا می باشد حائز اهمیت است (کالیسیر<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۵).

مساحت رویه دانه معمولاً نشان دهنده الگوی رفتاری دانه در یک سیال در حال حرکت مانند هوا می باشد و در بعضی فرآیند ها نظیر جداسازی مواد اضافی از دانه ها طی عملیات، تمیزسازی توسط

---

1 .Paulsen  
2 . Lewis  
3 . Sahay and singh  
4 . Mohsenin  
5 .Calisir

وسایل نیوماتیکی استفاده می شود. با کاهش درصد کرویت مواد قابلیت جریان پذیری آنها کاهش و توان لازم برای انتقال افزایش می یابد. کرویت از معیارهای تعیین شکل دانه به شمار می رود و توصیف قابل درکی از شکل دانه ارائه می دهند (بی آبادی و همکاران، ۱۳۹۲).

شکل مواد در پیش بینی رفتار خشک کردن آنها تأثیر دارد. دانستن چگالی توده، چگالی حقیقی و تخلخل در طراحی قیف برای درجه بندی و امکانات ذخیره سازی مهم می باشد. این خصوصیات می توانند بر روی نرخ انتقال حرارت و رطوبت در طی عمل هوادهی برای خشک کردن مهم باشد. بستری از غلات با تخلخل کم می تواند در مقابل تبخیر رطوبت مقاومت ایجاد کند که برای این منظور باید از فن های پر قدرت تری برای هوادهی استفاده شود.

محصولات کشاورزی و مواد غذایی در طی مراحل برداشت، حمل و نقل، فرآوری و ذخیره سازی، بر سطح اجزای ماشین ها و یا ساختار اجزای ذخیره سازی، نیروی اصطکاکی تولید می کنند. اطلاع از مقدار نیروی اصطکاک در طراحی تجهیزات و فرآیند ها حائز اهمیت است. اندازه گیری ضرایب اصطکاک محصولات کشاورزی عموماً با وسایل ساده ای صورت می گیرد که دقت اندازه گیری در آنها پایین بوده و خطای آزمایش به میزان قابل ملاحظه ای بالا می باشد (لهراسبی، ۱۳۸۲). ضریب اصطکاک استاتیکی به این منظور استفاده می شود که بتوان شیب مناسب ناودانی ها را برای جریان مداوم غلات تعیین کرد. یک چنین اطلاعاتی که برای دستگاه های درجه بندی و انتقال غلات استفاده می شود اهمیت دارد (قاسمی و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۷).

وزن هزار دانه تابعی از اندازه و چگالی دانه است. هر قدر دانه ها بزرگ تر و دارای چگالی بیشتری باشند مقدار آندوسپرم آنها بیشتر از سایر قسمت ها است. به همین دلیل تصور می شود که وزن هزار دانه نسبت به وزن بر حسب گرم معیار با ارزشتری برای بازدهی محصول است (پائولسن، ۱۹۷۸). یکی از راه های اصولی برای جلوگیری از بروز صدمات مکانیکی، شناخت ویژگی های مقاومتی محصول تحت شرایط مختلف است. برای حصول به این اطلاعات، انجام آزمون های مکانیکی مانند آزمون فشاری مفید خواهد بود. به منظور کسب نتایج مفید از آزمایش ها به صورت اطلاعات قابل درک و قابل استفاده در طراحی مهندسی، مطالعه بر روی رفتار منحنی نیرو- تغییر شکل محصولات کشاورزی حاصل از آزمون فشاری ضروری است. نیروی گسیختگی دانه معیار مناسبی برای طراحی با کارایی و

---

1 . Ghasemi

کیفیت بالاتر می‌باشد که از آن می‌توان به عنوان اصول اولیه و اساسی در طراحی و تنظیم قسمت های مختلف ماشین هایی که با دانه در ارتباط می‌باشند، استفاده کرد (بارقال و ایرادایاراج<sup>۱</sup>، ۱۹۹۵). اطلاع از خواص مکانیکی و فاکتورهای موثر در گسیختگی محصولات کشاورزی برای مدل‌سازی و طراحی سیستم‌های خردکن و ماشین‌های پس از برداشت اهمیت دارد (افکاری سیاح و مینایی<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴). همچنین تعیین نیروی گسیختگی و انرژی گسیختگی دانه تحت اثر نیروهای شبه استاتیک برای مدل‌سازی و پیش‌گویی رفتار ماده در بارگذاری دینامیک، هنگام حمل و نقل و فرآوری دانه مفید هستند (خزایی و همکاران، ۱۳۸۳). بدین منظور از آزمون فشاری بر روی محصولات کشاورزی به منظور استخراج پارامترهایی که در طراحی سیستم‌های فرآوری و پس از برداشت مفید هستند، استفاده می‌شود (اولای<sup>۳</sup>، ۲۰۰۰).

با توجه به موارد ذکر شده ضرورت تعیین این خواص احساس می‌شود. بنابراین اهداف این تحقیق عبارت انداز:

۱- تعیین خصوصیات فیزیکی دانه گلرنگ (ابعاد، سطح تصویر شده، کرویت) در سطوح رطوبتی مختلف

۲- تعیین خواص ثقلی دانه گلرنگ (وزن هزار دانه، چگالی توده، چگالی حقیقی و تخلخل) در سطوح رطوبتی مختلف.

۳- بررسی اثر سرعت بارگذاری، رطوبت و اندازه دانه بر خواص مکانیکی دانه گلرنگ (نیروی گسیختگی، تغییر شکل در نقطه گسیختگی، انرژی گسیختگی و چغرمگی).

### ۳-۱- خواص محصولات کشاورزی

محصولات کشاورزی دارای ویژگی هایی منحصر به فردی هستند که آن ها را از مواد مهندسی متمایز می‌سازد. بافت و شکل نامنظم محصولات کشاورزی بررسی رفتار آن ها را پیچیده می‌کند. این محصولات دارای بافتی ناهمگن بوده و اغلب به صورت کشسان لزج (ویسکو الاستیک<sup>۴</sup>) می‌باشند و از نظر مقاومت به کشش و فشار در حالت استاتیکی و دینامیکی و لرزشی رفتار متفاوتی از خود نشان می‌دهند.

---

1 .Bargale and Irudayaraj  
2 .Afkayi sayyah and Minaei  
3 .Olaoye  
4 . Viscoelastic