

مطالعه خواص حجمی و اصطکاکی دانه گلرنگ

عبداله ایمان‌مهر*

چکیده

در این پژوهش خواص حجمی و مکانیکی چهار رقم دانه گلرنگ که به طور نمونه در ایران کشت می‌شود (گلدشت، پدیده، پی‌اس و اصفهان ۲۸) در سطح رطوبتی ۵/۵ درصد (بر پایه تر) بررسی شد. نتایج نشان داد که رقم گلدشت دارای بیشترین چگالی واقعی ($997/7 \text{ kg/m}^3$) و درصد تخلخل (۴۲/۲٪) و رقم اصفهان ۲۸ دارای کمترین چگالی واقعی (911 kg/m^3) و درصد تخلخل (۳۸٪) است. چگالی حجمی دانه‌ها در حدود $561-577 \text{ kg/m}^3$ است. زاویه استقرار تخلیه، پر کردن و ضخامت پوسته دانه‌ها به ترتیب در محدوده ۲۶-۲۳/۲ درجه، ۳۵/۲-۳۰/۸ درجه و $0/4-0/46 \text{ mm}$ قرار دارد. بین واریته‌ها بیشترین مقدار وزن هزار دانه به رقم گلدشت ($44/39 \text{ g}$) تعلق دارد. اندازه‌گیری ضریب اصطکاک استاتیکی دانه گلرنگ بر روی ۵ سطح (شیشه‌ای، استیل، چوبی، سرامیکی و MDF) بیانگر معنی‌دار بودن اثر رقم، نوع سطح و اثر متقابل آن‌ها بر ضریب اصطکاک دانه‌ها در سطح ۱٪ است. در تمام سطوح اصطکاکی، ضریب اصطکاک ارقام گلدشت (۰/۲۵۳) و پدیده (۰/۲۵۵) بیشترین و رقم پی‌اس (۰/۲۴۴) کمترین مقدار و در تمام ارقام دانه، ضریب اصطکاک سطح چوبی (۰/۳۱) بیشترین و سطح سرامیکی (۰/۲۱) کمترین مقدار است.

واژه‌های کلیدی: تخلخل، چگالی، دانه گلرنگ، زاویه استقرار، ضریب اصطکاک.

ارجاع: ایمان‌مهر ع. ۱۳۹۱. مطالعه خواص حجمی و اصطکاکی دانه گلرنگ. مجله پژوهش‌های مکانیک ماشین‌های کشاورزی. ۳۱-۲۷: (۱۱).

۱- استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه اراک.

* نویسنده مسئول: imanmehr2000@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۹/۲۷

مقدمه

گلرنگ گیاهی است که جزو نباتات صنعتی به شمار می‌رود و در حال حاضر در مناطق بسیاری از جهان از جمله ایران با هدف استخراج روغن کشت می‌شود. این گیاه مخصوص نواحی خشک بوده ولی در مقابل رطوبت مقاومت ندارد و در بین سایر نباتات زراعی یک ساله بیشترین مقاومت را در مقابل خشکی دارد (سعادت لاجوردی، ۱۳۵۹). کشور ما از لحاظ ذخایر ژنتیکی این گیاه از غنی‌ترین مناطق جهان به شمار می‌رود (زینلی، ۱۳۷۸). تولیدات روغن گلرنگ در تغذیه و صنعت استفاده می‌شوند و با توجه به رقم نوع روغن قابل استخراج متفاوت است (نیلر و جرال، ۱۹۹۸). با توجه به این که طراحی انواع مختلف دستگاه‌های تمیز کردن، 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 می‌گیرد. پس دانستن این خواص اهمیت ویژه‌ای دارد (لويس، ۱۹۸۹).

هدف از این پژوهش مطالعه خواص حجمی و ضریب اصطکاک استاتیکی دانه‌های مختلف گلرنگ مورد کشت در کشور است زیرا در طراحی ادوات انتقال، برداشت، هوادهی، خشک کردن، ذخیره، پوست‌گیری، و فرآوری لازم است.

مواد و روش‌ها

الف - مواد

دانه‌های چهار رقم مختلف گلرنگ شامل رقم گلدشت، پدیده، پی‌اس و اصفهان ۲۸ از مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، بخش دانه‌های روغنی تهیه شد. از هر رقم حدود ۱۰ کیلوگرم دانه گلرنگ توزین و پس از بسته‌بندی به آزمایشگاه منتقل شد و در دمای محیط (حدود ۲۰°C) نگهداری شد.

ب- تعیین رطوبت اولیه دانه‌ها

برای تعیین درصد رطوبت اولیه دانه‌ها، بر طبق دستورالعمل استاندارد مهندسان کشاورزی آمریکا از هر رقم سه نمونه به وزن ۱۰ گرم انتخاب و به مدت یک ساعت در دمای ۱۳۰°C آون قرار داده شد. سپس نمونه‌ها را خارج نموده و پس از سرد شدن دوباره توزین شد و محتوی رطوبت اولیه نمونه‌ها بر پایه تر محاسبه شد (بی‌نام، ۱۹۹۹).

ج- تعیین خواص حجمی دانه‌ها

در ابتدا خواص حجمی دانه‌ها شامل وزن هزار دانه، دانسیته

ظاهری، دانسیته واقعی و ضخامت پوسته ارقام مختلف دانه گلرنگ در سطح رطوبت اولیه (۵/۵٪ بر پایه تر) اندازه‌گیری و آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها انجام شد. برای تعیین وزن هزار دانه از ترازوی الکترونیکی با دقت ۰/۰۰۱ گرم استفاده شد. چگالی حجمی دانه‌ها (ρ_b) با اندازه‌گیری وزن حاصل از ریختن دانه‌ها از ارتفاع ۱۵ سانتی‌متری (با ریزش یکنواخت) در ظرفی به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر اندازه‌گیری شد. پس چگالی حجمی با تقسیم میانگین وزن دانه‌ها بر حجم ظرف محاسبه شد (سینگ و گوسوامی، ۱۹۹۶). برای تعیین چگالی حقیقی دانه‌ها (ρ_p)، از روش جابجایی مایع استفاده شد (شفر و بهاردواج، ۱۹۸۶). با به دست آوردن چگالی حجمی و چگالی حقیقی دانه‌ها به وسیله معادله زیر درصد تخلخل دانه‌ها محاسبه شد (استروشان، ۱۹۹۸).

$$\varepsilon = \left[1 - \frac{\rho_b}{\rho_t} \right] \times 100 \quad (1)$$

د- تعیین ضریب اصطکاک استاتیکی دانه‌ها

ضریب اصطکاک استاتیکی دانه‌ها بر روی ۵ سطح مختلف (سطح شیشه‌ای، استیل، چوبی، سرامیکی و MDF) به دست آمد. برای این کار ظرف استوانه‌ای شکلی به قطر ۷۰ mm و ارتفاع ۷۰ mm که دو انتهای آن باز بود را بر از دانه کرده، بر روی سطح شیبدار دستگاه قرار داده شد. استوانه کمی بالا آورده شد تا لبه‌های آن با سطح شیبدار تماس نداشته باشد و فقط دانه‌ها با سطح تماس داشته باشند (سینگ و گوسوامی، ۱۹۹۶). با بلند کردن تدریجی سطح شیبدار، در زاویه‌ای ظرف محتوی دانه‌ها شروع به حرکت می‌کند. زوایای لغزش ظرف ثبت و تانژانت آن‌ها که معرف ضریب اصطکاک استاتیکی دانه‌ها با سطح است در رطوبت اولیه ۵/۵٪ درصد (بر پایه تر) محاسبه شد و اثر نوع رقم و نوع سطح بر ضریب اصطکاک به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

الف- آنالیز واریانس و مقایسه میانگین نتایج خواص حجمی

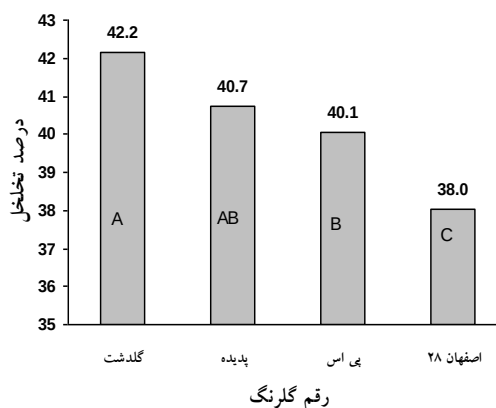
نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) خواص حجمی دانه‌های گلرنگ در جدول ۱، ارایه شده است. اثر رقم بر وزن هزار دانه، چگالی حقیقی و تخلخل دانه‌ها در سطح ۱٪ معنی‌دار است و بر چگالی حجمی، زوایای استقرار و ضخامت پوسته اثر معنی‌داری ندارد.

جدول ۱- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) خواص حجمی دانه‌های گلرنگ

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن هزار دانه	چگالی حجمی	چگالی حقیقی	تخلخل	زاویه استقرار تخلیه	زاویه استقرار پر کردن	ضخامت پوسته
بین گروه‌ها	۳	۶۲/۴۱۱**	۲۱۵/۸۶۱ ^{n.s.}	۳۸۹۴/۸۸۹**	۸/۷۸۹**	۴/۶۱۱ ^{n.s.}	۱۱/۳۸۹ ^{n.s.}	۰/۰۰۴ ^{n.s.}
درون گروه‌ها	۸	۰/۹۹۹	۷۱/۱۶۷	۲۱۱/۷۵۰	۱/۱۲۳	۱/۷۹۲	۳/۵	۰/۰۰۱
% ضریب تغییرات		۲/۶۶	۱/۴۸	۱/۵۲	۲/۶۳	۵/۳۹	۵/۷۹	۸/۳۴

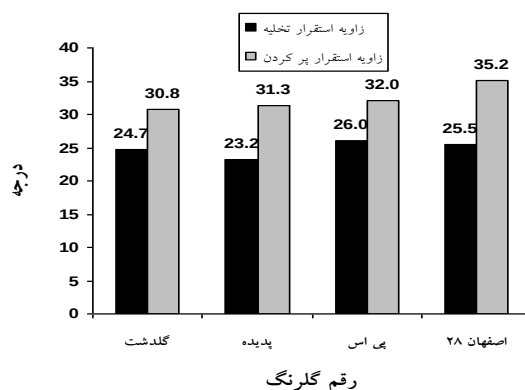
** سطح معنی داری ۱٪ و ^{n.s.} عدم معنی داری را نشان می‌دهد.

دست آمد (کالیزیر و همکاران، ۲۰۰۵).



شکل ۲- درصد تخلخل دانه‌های گلرنگ

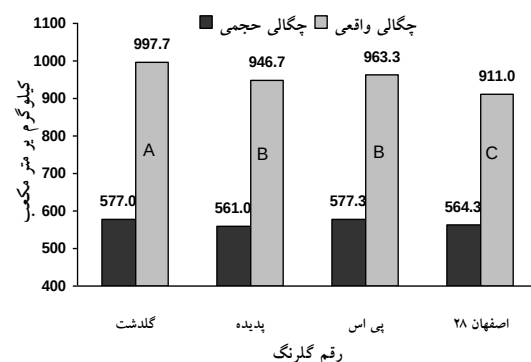
مطابق شکل ۳، زاویه استقرار تخلیه دانه‌های گلرنگ در محدوده ۲۶-۲۳/۲ درجه و زاویه استقرار پر کردن دانه‌ها در محدوده ۳۵/۲-۳۰/۸ درجه قرار دارد.



شکل ۳- زاویه استقرار تخلیه و پر کردن دانه‌های گلرنگ

مقایسه میانگین وزن هزار دانه دانه‌های گلرنگ در شکل ۴ نشان دهنده این است که رقم گلدشت دارای بیشترین مقدار وزن هزار دانه (۴۴/۳۹ گرم) است و نسبت به سه رقم دیگر اختلاف معنی داری دارد. بر این اساس دانه رقم گلدشت نسبت به سایر ارقام سنگین‌تر بوده و برای فرآیند کشت و انتقال در سیستم‌های مکانیزه مناسب‌تر است.

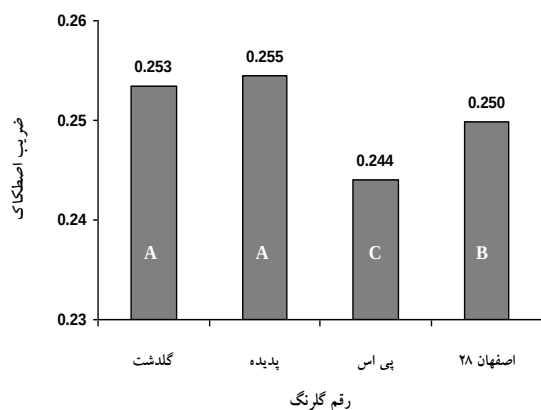
مقایسه میانگین‌ها در شکل ۱، نشان می‌دهد که رقم گلدشت دارای بیشترین چگالی واقعی (۹۹۷/۷ کیلوگرم بر مترمکعب) و رقم اصفهان ۲۸ دارای کمترین چگالی واقعی (۹۱۱ کیلوگرم بر مترمکعب) است در حالی که میانگین چگالی واقعی دانه گلرنگ به وسیله نلسون ۱/۰۰۲ کیلوگرم بر مترمکعب گزارش شد (نلسون، ۲۰۰۲). چگالی حجمی دانه‌ها در حدود ۵۶۱-۵۷۷ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر است ولی در پژوهشی چگالی حجمی و واقعی دانه گلرنگ ۴۸۸/۶-۵۲۶/۹ کیلوگرم بر مترمکعب و ۱۱۸۷/۶-۱۰۹۶/۷ کیلوگرم بر مترمکعب محقق شد (کالیزیر و همکاران، ۲۰۰۵). بنابراین در مقایسه با نتایج سایر پژوهشگران، دانه‌های گلرنگ آزمایش‌های ما دارای چگالی واقعی کمتر و چگالی حجمی بیشتری نسبت به ارقام مورد آزمایش آن‌ها است.



شکل ۱- چگالی حجمی و واقعی دانه‌های گلرنگ

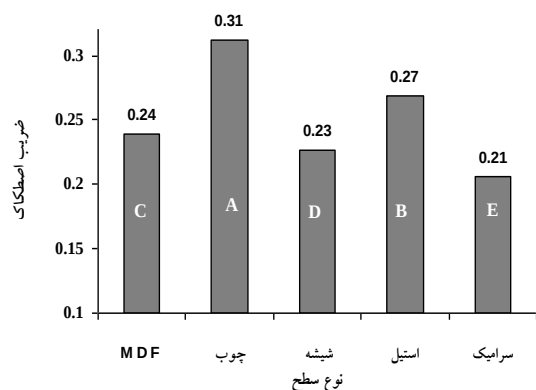
مقایسه میانگین درصد تخلخل دانه‌های گلرنگ در شکل ۲ نشان می‌دهد که رقم گلدشت دارای بیشترین درصد تخلخل (۴۲/۲٪) و رقم اصفهان ۲۸ دارای کمترین درصد تخلخل (۳۸/۲٪) است. بدین ترتیب رقم گلدشت به دلیل تخلخل بیشتر از لحاظ نگهداری و تعبیه سیستم تهویه رقم مناسب‌تری در بین ارقام مورد آزمایش است. در پژوهشی میزان تخلخل دانه‌های گلرنگ ۵۶/۷-۵۲٪ به

مطابق شکل ۶ در تمام سطوح اصطکاکی مورد آزمایش، ضریب اصطکاک ارقام گلدشت و پدیده بیشترین (به ترتیب ۰/۲۵۳ و ۰/۲۵۵) و رقم پی اس کمترین (۰/۲۴۴) است.



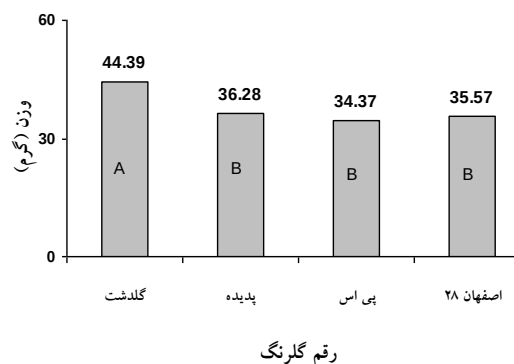
شکل ۶- میانگین ضریب اصطکاک دانه های گلرنگ (اثر رقم)

مقایسه اثر نوع سطح بر ضریب اصطکاک دانه های گلرنگ در شکل ۷ نشان می دهد که در تمام ارقام بین تمام سطوح اصطکاکی اختلاف معنی داری وجود دارد و بیشترین ضریب اصطکاک به سطح چوبی (۰/۳۱) و کمترین مقدار به سطح سرامیکی (۰/۲۱) تعلق دارد.



شکل ۷- میانگین ضریب اصطکاک دانه های گلرنگ در سطوح مختلف (اثر سطح)

مطابق جدول ۳ بیشترین مقدار ضریب اصطکاک در رقم گلدشت و سطح چوبی برابر با ۰/۳۲۵ و کمترین مقدار در رقم اصفهان ۲۸ و سطح سرامیکی برابر با ۰/۱۸۵ است در تمام ارقام، بیشترین و کمترین ضریب اصطکاک به ترتیب مربوط به سطح چوبی و سطح سرامیکی است. پس از سطح چوبی به ترتیب سطوح استیل، MDF و شیشه در تمام ارقام دارای بیشترین مقدار ضریب اصطکاک هستند.



شکل ۴- وزن هزار دانه های گلرنگ

در شکل ۵ مقایسه ضخامت پوسته دانه های گلرنگ نشان می دهد که ضخامت پوسته دانه ها در حدود ۰/۴-۰/۴۶ میلی متر قرار دارد.



شکل ۵- ضخامت پوسته دانه های گلرنگ

ب- آنالیز واریانس و مقایسه میانگین نتایج ضریب اصطکاک استاتیکی دانه ها

مطابق جدول ۲ اثر رقم، نوع سطح و اثر متقابل آن ها بر ضریب اصطکاک دانه های گلرنگ در سطح ۱٪ معنی دار است. بدین ترتیب مقایسه میانگین ها را بررسی کردیم.

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس (میانگین مربعات) ضریب اصطکاک دانه های گلرنگ

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
رقم	۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۵/۲۷۲۸**
سطح	۴	۰/۰۸۲	۰/۰۲۱	۳۳۴/۹۶۶۷**
رقم*سطح	۱۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰	۶/۲۶۲۹**
خطا	۴۰	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	---
مجموع	۵۹	۰/۰۹۰		

ضریب تغییرات = ۳/۳٪

(911 kg/m^3) است. چگالی حجمی دانه‌ها در حدود $561-577 \text{ kg/m}^3$ متغیر است.

۲- رقم گلدشت دارای بیشترین درصد تخلخل ($42/2\%$) و رقم اصفهان ۲۸ دارای کمترین درصد تخلخل (38%) است.

۳- زاویه استقرار تخلیه دانه‌های گلرنگ در محدوده ۲۶-۲۳/۲ درجه و زاویه استقرار پر کردن دانه‌ها در محدوده ۳۵/۲-۳۰/۸ درجه قرار دارد.

۴- رقم گلدشت دارای بیشترین وزن هزار دانه ($44/39 \text{ g}$) است و ضخامت پوسته دانه‌ها در حدود $0/4-0/46 \text{ mm}$ قرار دارد.

۵- در تمام سطوح اصطکاکی مورد آزمایش، ضریب اصطکاک ارقام گلدشت و پدیده بیشترین ($0/253$) و ($0/255$) و رقم پی‌اس کمترین ($0/244$) است.

۶- در تمام ارقام گلرنگ بیشترین ضریب اصطکاک به سطح چوبی ($0/31$) و کمترین مقدار به سطح سرامیکی ($0/21$) تعلق دارد.

۷- بیشترین مقدار ضریب اصطکاک در رقم گلدشت و سطح چوبی برابر با $0/325$ و کمترین مقدار در رقم اصفهان ۲۸ و سطح سرامیکی برابر با $0/185$ است.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و سطح بر ضریب اصطکاک

رقم	سطح	ضریب اصطکاک (μ_s)
گلدشت	MDF	0.2340 G
	چوب	0.3250 A
	شیشه	0.2340 G
	استیل	0.2740 D
	سرامیک	0.2000 J
پدیده	MDF	0.2370 G
	چوب	0.3090 B
	شیشه	0.2310 GH
	استیل	0.2710 D
	سرامیک	0.2250 H
پی‌اس	MDF	0.2310 GH
	چوب	0.2997 C
	شیشه	0.2160 I
	استیل	0.2617 EF
	سرامیک	0.2130 I
اصفهان ۲۸	MDF	0.2553 F
	چوب	0.3153 B
	شیشه	0.2250 H
	استیل	0.2680 DE
	سرامیک	0.1850 K

نتیجه‌گیری

۱- رقم گلدشت دارای بیشترین چگالی واقعی (kg/m^3) و رقم اصفهان ۲۸ دارای کمترین چگالی واقعی ($997/7$)

منابع

۱. سعادت لاجوردی ن. ۱۳۵۹. دانه‌های روغنی. انتشارات دانشگاه تهران، تهران. ۳۲۰ ص.
۲. زینلی ا. ۱۳۷۸. گلرنگ (شناخت، تولید و مصرف). انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان. ۱۴۴ ص.
3. Anonymous. 1999. American Society of Agricultural Engineering Standard S352. Moisture Measurement- Uground Grain and Seeds.
4. Calisir S. Marakoglu T. Ogut H. and Ozturk O. 2005. Physical Properties of Rapeseed. Journal of Food Engineering. 69:61-66.
5. Lewis R. S. 1989. Physical Properties of Food and Food Processing Systems. 1st edn. Chichester. Ellis Horwood, UK. 254 pp.
6. Neilr D. B. and Gerald B. 1998. Safflower Production NDSUEX tension service. Available on www.ext.nodak.edu/extpubs/plantsci/crops/a87ow.htm.
7. Nelson S. O. 2002. Dimensional and density data for seeds of cereal grain and other crops. ASAE. 45(1):165-170.
8. Shepherd H. and Bhardwaj R. K. 1986. Moisture- Dependent Physical Properties of Pigeon Pea. Journal of Agricultural Engineering Research. 35:227-234.
9. Sing K. K. and Goswami T. K. 1996. Physical Properties of Cumin Seed. Journal of Agricultural Engineering Research. 64(2):93-98.
10. Stroshine R. 1998. Physical Properties of Agricultural Materials and Food Products. Department of Agricultural and Biological Engineering, Purdue University. 305 pp.

