نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ - کرج

بررسی و ارزیابی خواص فیزیکی شلتوک، گندم و گلرنگ

ناصر فاضلی[۱*]، مهدی گلی زاده[۱]، محمد هادی خوش تقاضا[۲]، محمد زارعین[۳]، محمدرضا بیگی ورزنه[٤]
۱-۲- ۳ – و ٤ به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار، دانشجوی دکترای گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، کارشناس مهندسی ماشین های کشاورزی، دانشگاه جیرفت
ایمیل مکاتبه کننده: naser.fazeliv@gmail.com

چکیده

در این پژوهش برخی خواص فیزیکی مانند خواص هندسی، ثقلی و اصطکاکی سه دانه‌ی گندم، شلتوک و گلرنگ مورد مطالعه قرار گرفت. خواص هندسی و ثقلی شامل ابعاد، قطر هندسی، قطر حسابی ، قطر معادل ضریب کرویت، نسبت نما، تخلخل ، چگالی ذره و توده بودند. همچنین خواص اصطکاکی دانه ها نیز اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که قطر میانگین هندسی به ترتیب برای گلرنگ، گندم و شلتوک بیشتر است. البته بیشترین طول، عرض و ضخامت به ترتیب برای شلتوک، گلرنگ و گندم می‌باشد. بیشترین ضریب کرویت برای گلرنگ و کمترین برای شلتوک است. همچنین بیشترین نسبت نما متعلق به محصول گلرنگ و کمترین تخلخل مربوط به گلرنگ با مقدار ۰/۳۱۰ می‌باشد. بیشترین دانسیته‌ی ذره به ترتیب برای گندم، شلتوک و گلرنگ گزارش می‌شود و چگالی توده برای محصول گندم بیشترین و برای شلتوک کمترین است. ضریب اصطکاک استاتیکی برای محصول گلرنگ نیز بیشتر است.

واژه‌های کلیدی: خصوصیات فیزیکی، گندم، شلتوک، گلرنگ

مقدمه

افزایش تولید در غلات و توسعه‌ی دینامیکی محصولات کشاورزی نیاز برای ساخت ماشین‌های مدرن و کارآمد تمیزکننده-جداکننده را بیشتر می‌کند. طراحی چنین ماشین هایی برای عملیات، به خصوص بر اساس تعدادی از فاکتورها از جمله خصوصیات فیزیکی مواد دانه‌ای، میزان دقت تمیز کردن و راندمان خط تکنولوژیکی صورت می‌گیرد. این ماشین‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که دارای دقت بالای تمیز کردن و جداسازی، راندمان مناسب، امکان تنظیم در یک محدوده وسیع از پارامترهای کاری و سطح صدای کم می‌باشد(Panasiewicz et al, 2012).

تعیین خواص فیزیکی دانه‌های غلات همانند گندم، ذرت و شلتوک در طراحی ماشین‌های کشاورزی با هدف کاشت، داشت و برداشت و همچنین حمل و نقل، فرآوری محصول و محاسبه‌ی ظرفیت سیلوهای ذخیره سازی و غیره از اهمیت فراوانی برخودار است(Muir and Sinha,1988 ;McLean, 1985 ;Boumans, 1985 ;Baryeh, 2002). خواص فیزیکی مانند ابعاد هندسی دانه و چگالی، زاویه‌ی قرار گیری و ضرایب اصطکاک استاتیکی و دینامیکی طراحی فضای ذخیره سازی، جداسازی، پاک سازی، بوجاری دانه ها، برداشت محصول، تجهیزات انتقال مواد و طراحی مناسب کمباین‌ها را تحت تاثیر قرار می دهند(Kalkan and Kara, 2011; Navarro and Noyes, 2002). در تحقیقی مقادیر طول، عرض، ضخامت، قطر هندسی، کرویت، وزن و ضریب اصطکاک دینامیکی ۵ رقم گندم را به عنوان تابعی از رطوبت جهت بهینه‌سازی فرآیندهای مختلف کاشت، داشت، برداشت، بوجاری و غیره و همچنین جهت کاهش تلفات کمی و کیفی دانه‌های گندم مورد بررسی قرار دادند(Kalkan and Kara, 2011). همچنین خواص فیزیکی ۵ رقم گندم ایرانی از لحاظ زاویه‌ی قرار گیری، چگالی ظاهری و واقعی و ضریب اصطکاک استاتیکی مورد بررسی قرار داده شد و این فاکتورها به عنوان تابعی از رطوبت گندم به‌دست آمد. برخی خصوصیات فیزیکی نخود مانند چگالی، سرعت حد، ضریب درگ و نیز ارتباط خصوصیات فیزیکی با میزان رطوبت مورد مطالعه قرار گرفته است(Tabatabaeefar, 2003). همچنین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، جذب آب، خواص خیساندن و پخت برخی گونه های نخود سیلسی از نوع کابلی تعیین شده است(Kural and carman, 1997; Konak and et al, 2002; Patane et al, 2004). در پژوهشی برخی از خواص فیزیکی لوبیا چیتی در چهار سطح رطوبتی ٦٤/٩، ٢٣/١٧، ٥٢/٢٤ و ٤١/٣٢ درصد بر پایه تر به صورت تابعی از رطوبت اندازه‌گیری و محاسبه شد. نتایج نشان داد که طول، عرض، ضخامت، جرم، درجه کرویت، میانگین قطر هندسی، به میانگین قطر حسابی، مساحت سطح رویه، حجم حقیقی، چگالی حقیقی، چگال توده با افزایش رطوبت، به صورت خطی افزایش می یابند هم چنین تخلخل با افزایش رطوبت از ٧٦/ ٣٩ تا ١٠/٧٢درصد به صورت خطی کاهش پیدا کرد. روابط رگرسیونی برای ارتباط رطوبت با همه این خواص تعیین شد. این معادلات نشان داد که اثر رطوبت برای تمامی پارامترهای ذکر شده به صورت خطی است(سیان پناه و همکاران، ۱۳۹۱). در تحقیقی تاثیر نوع دانه (گندم و یولاف) بر ابعاد هندسی دانه، قطر متوسط هندسی، چگالی توده، ضریب کرویت، چگالی دانه، تخلخل و ضریب اصطکاک استاتیکی را با استفاده از یک طرح فاکتوریل مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که نوع دانه بر خواص فیزیکی دانه های یولاف و گندم تاثیر معنی داری دارد. همچنین سطح آلومنیومی بیشترین و سطح فولادی کمترین ضریب اصطکاک استاتیکی را داشتند(راسخ و کاشی، ۱۳۹۱). در طراحی دستگاه های بوجاری دو خصوصیت فیزیکی اندازه هندسی دانه‌ها و ضریب اصطکاک استاتیکی به ترتیب تعیین کننده قطر سوراخ غربال و شیب غربال می باشند. با توجه به متفاوت بودن اندازه هندسی دانه ها در ارقام مختلف محصول، لازم است برای هر رقم محصول غربال‌هایی با قطر سوراخ خاص طراحی شده یا به گونه ای ساخته شوند که قابلیت تغییر برای هر نوع دانه را داشته باشند که در غیر این صورت تلفات محصول در دستگاه های بوجاری افزایش می یابند(فریدی و همکاران، ۱۳۹۲). این بررسی تعیین برخی خواص فیزیکی ذرت، شلتوک و گندم برای توسعه‌ی تکنولوژی مناسب در طراحی و تنظیم

ماشین‌های مورد استفاده در زمان برداشت، جداسازی، پاکسازی، انتقال و انبار مواد کشاورزی و تبدیل آنها به مواد غذایی و تغذیه است.

مواد و روش انجام آزمایش

آماده سازی نمونه

ابتدا مقداری ذرت، گندم و شلتوک تهیه شد و دانه ها به طور دستی تمیز شدند تا هرگونه مواد خارجی از قبیل گرد وغبار، سنگ ریزه، کاه و کلش و بذرهای شکسته و نارس از آنها جدا شوند سپس تعداد ۲۰ عدد به‌طور تصادفی انتخاب شدند.

تعیین خصوصیات فیزیکی

به منظور تعیین طول(L)، عرض(W) و ضخامت(t) از یک کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر استفاده شد. سپس قطر میانگین هندسی(D_g)، قطر میانگین حسابی(D_a)، ضریب کرویت(Ø)، نسبت نما(R) و حجم به ترتیب از روابط زیر به‌دست آمد(Mohsenin, 1970).

$$Dg = (LWt)^{1/3} \quad (۱)$$

$$Da = \frac{L+W+t}{3} \quad (۲)$$

$$\emptyset = \frac{(LWt)^{1/3}}{L} \quad (۳)$$

$$R = \frac{W}{L} \quad (٤)$$

$$v = 0.25\left[\left(\frac{\pi}{6}\right)L(W+t)^2\right] \quad (٥)$$

وزن(M) دانه ها با استفاده از ترازوی دیجیتالی مدل ANDGF-600 ساخت ژاپن، با دقت ۰/۰۰۱ گرم تعیین شد. با وارد کردن داده‌ها دراکسل میانگین($\bar{x}$)، انحراف معیار(SD) و ضریب تغییرات(CV) برای ابعاد و وزن بذور بر اساس روابط٦ و ۷ به دست آمد(یزدی صمدی و همکاران، ۱۳۸٦).

$$SD = \sqrt{\frac{\Sigma(Xi-X)^2}{n-1}} \quad (٦)$$

$$CV = \frac{SD}{\bar{X}} \quad (۷)$$

رابطه‌ی اقطار و وزن در اکسل باتوجه به معادله‌ی ۸ به دست آمد و میزان همبستگی هرکدام از ابعاد با وزن و ضریب تبیین R^2 برای معادله‌ی فوق تعیین شد.

$$M = aL + bW + ct \quad (۸)$$

برای تعیین چگالی ذره(ρ_P) از روش جابه جایی مایع استفاده گردید. ابتدا ظرفی روی ترازو قرار داده و پس از صفر کردن ترازو مقدار ۵ گرم از محصول روی آن وزن شد. سپس ۱۰cm3 آب درون استوانه‌ی مدرج ریخته و محصول

وزن شده درون استوانه‌ی مدرج ریخته شد. آنگاه پس از قرار دادن استوانه بر روی سطح صاف، حجم مایع جابه‌جا شده قرائت گردید و با استفاده از رابطه‌ی ۹ چگالی تعیین می‌شود(Mohsenin, 1970).

$$\rho_P = \frac{M}{V} \quad (۹)$$

برای تعیین چگالی توده(ρ_B)، ابتدا استوانه‌ی مدرج را بر روی ترازو گذاشته و ترازو را صفر کرده سپس به مقدار حجم معینی از محصول درون استوانه‌ی مدرج قرار داده و سطح آن را توسط خط‌کش صاف گردد و آن حجم در برگه‌ای یادداشت شود. با وزن کردن استوانه‌ی حاوی بذر، جرم بذرها در همان حجم معین یادداشت شده، از روی مانیتور ترازو قرائت شد که با قراردادن در رابطه‌ی ۱۰ حجم توده‌ی محصول به دست خواهد آمد(Mohsenin, 1970).

$$\rho_B = \frac{M}{V} \quad (۱۰)$$

با داشتن مقادیر چگالی حجمی و ذره می‌توان، مقدار تخلخل(ε) را از رابطه‌ی ۱۱ به دست آورد. در این آزمایش برای تعیین تخلخل، از هر تکرار چگالی حجمی و هر تکرار چگالی ذره یکبار تخلخل محاسبه شد و سپس تخلخل میانگین با ضریب تغییرات و انحراف معیار به دست آمد(Mohsenin, 1970).

$$\boldsymbol{\varepsilon = 1 - \frac{\rho_B}{\rho_P}} \quad (۱۱)$$

برای اندازه‌گیری ضریب اصطکاک استاتیکی(μs)، از سطح اصطکاکی شیب‌دار با جنس گالوانیزه متصل به یک نقاله‌ی مندرج استفاده شد. زوایا برحسب گرادیان و درجه، بر روی دستگاه درج شده بود. با اندازه‌گیری سطح شیب‌دار(α) از رابطه‌ی ۱۲ ضریب اصطکاک استاتیکی تعیین می‌شود. میانگین زاویه‌ی اصطکاک، ضریب تغییرات و انحراف معیار برای هر محصول در اکسل تعیین شد(Mohsenin, 1970).

$$\mu s = \tan(\alpha) \quad (۱۲)$$

نتایج و بحث

در جدول ۱، برخی از خواص هندسی بیان شده است. ابعاد در جدول ۱ بر حسب بر حسب (mm) می‌باشد. مقدار وزن بر حسب گرم و مقدار حجم برحسب(mm^3) به دست آمده است. در این جدول مقادیر برای سه نوع دانه شلتوک، گندم و گلرنگ محاسبه شده و میزان اختلاف از نظر خواص فیزیکی را نشان می دهد. نتایج نشان می دهد که بیشترین میانگین طول مربوط به شلتوک و کمترین مربوط به گندم می‌باشد . هم چنین بیشترین میانگین وزن به دانه گندم تعلق دارد البته تفاوت زیادی با میانگین وزن دانه گلرنگ ندارد. کمترین ضریب تغییرات مربوط به نسبت نما در دانه شلتوک می‌باشد. در بین گندم، شلتوک گلرنگ بیشترین میانگین ضخامت دانه را گلرنگ دارد و کمترین میانگین آن به دانه شلتوک متعلق است. در بین این سه محصول بیشترین حجم را دانه گلرنگ دارد و کمترین آن دانه شلتوک می باشد. در جدول ۲ برخی دیگر از خواص فیزیکی گندم، شلتوک، گلرنگ را نشان می دهد. در این جدول چگالی سه محصول اندازه گیری شده را نشان می‌دهد که در بین این سه محصول بیشترین چگالی ذره مربوط به محصول گندم و کمترین

مقدار آن مربوط به گلرنگ می‌باشد. در صورتی که بیشترین مقدار تخلخل را محصول شلتوک دارد. ضریب اصطکاک استاتیکی یکی از پارامترهای مهم در خواص فیزیکی است که در این سه محصول بیشترین مقدار مربوط به محصول گلرنگ و کمترین آن مربوط به محصول گندم می باشد. در شکل ۱، ۲ و ۳ رابطه هر یک از محصولات، بین جرم، ضخامت و نسبت نما را نشان می دهد.

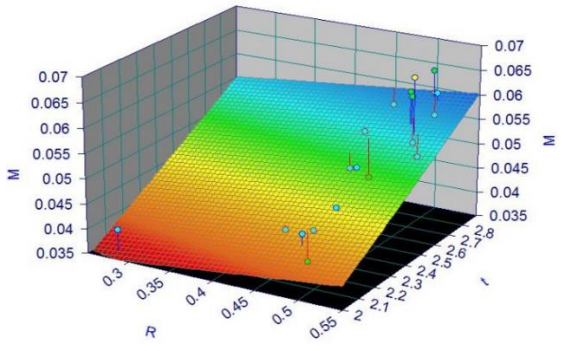
جدول ۱: ابعاد، وزن، قطر میانگین هندسی، قطر میانگین حسابی، حجم و نسبت نما

محصول	خواص فیزیکی	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات
شلتوک	طول(mm)	۱۱/۳۰۳	۰/۵۷۵	۰/۰۵۰
	عرض(mm)	۱/۹۲۳	۰/۱۱۱	۰/۰۵۸
	ضخامت	۱/۸۰۵	۰/۰٦۲۵	۰/۰۳٤٦
	وزن(gr)	۰/۰۲۵۳	۰/۰۰۳۲۳	۰/۱۲۷
	قطر میانگین هندسی	۳/۳۹۷	۰/۱۵۵	۰/۰٤۵
	قطر میانگین حسابی(mm)	۵/۰۱۰	۰/۲٤۲	۰/۰٤۸
	حجم(cm^3)	۲۰/۰٦۷	۲/۸۸	۰/۱۳۹
	نسبت نما	۰/۱۷۰	۰/۰۰۵	۰/۰۳۰۲
گندم	طول(mm)	۷/۱۰۰	۰/۳۱٦	۰/۰٤٤۵
	عرض(mm)	۳/٤۲٦	۰/۲۳۷	۰/۰٦۹
	ضخامت	۲/۵۷۹	۰/۲۸۰	۰/۱۰۸
	وزن(gr)	۰/۰۵۷۹	۰/۰۰۸۵	۰/۱٦٤
	قطر میانگین هندسی	۳/۹۷۰	۰/۲٦۳	۰/۰٦٦
	قطر میانگین حسابی(mm)	٤/۳٦۸	۰/۲٤٦	۰/۰۵٦
	حجم(cm^3)	۳۳/۸۷	٦/۳٦۲	۰/۱۸۷
	نسبت نما	۰/٤۸۲	۰/۰۲۲	۰/۰٤٦۷

	طول(mm)	۷/۸٦۲	۰/٦۳۸	۰/۰۸۱۲
	عرض(mm)	٤/۳۸۰	۰/۳۷۳	۰/۰۸۵۳
	ضخامت	۳/۳۱٦	۰/۲۹۲	۰/۰۸۸۳
	وزن(gr)	۰/۰۵٤٤	/۰۰۸۳۵۱ ۰	۰/۱۵۳
گلرنگ	قطر میانگین هندسی	٤/۸٤۹	۰/۳۸۲	۰/۰۷۸
	قطر میانگین حسابی(mm)	۵/۱۸٦	۰/٤۰۲	۰/۰۷۷
	حجم(cm^3)	٦۱/۹۸۳	۱۵/۵۳۳	۰/۲۵۰
	نسبت نما	۰/۵۵۷	۰/۰۳۳	۰/۰٦۰٦

جدول۲: چگالی، تخلخل، ضریب کرویت، ضریب اصطکاک استاتیکی

خواص فیزیکی	گندم	شلتوک	گلرنگ
چگالی توده(cm^3)	۰/۷۸۱	۰/٤۳۱	۰/٦۳۱
چگالی ذره(cm^3)	۱/۲۲۹	۱/۰۳۰	۰/۹۱۷
تخلخل	۰/۳٦۳	۰/۵۸۰	۰/۳۱۰
ضریب کرویت	۰/۵۵۸	۰/۳۰۰	۰/٦۱۷
ضریب اصطکاک استاتیکی	۰/٤۳۲	۰/۵۸۹	۰/٦٤٤

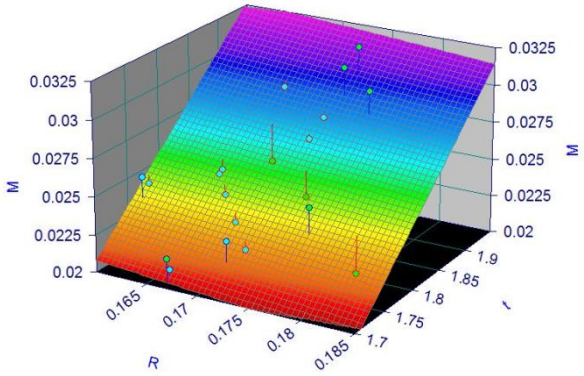


شکل۱. نمودار سه بعدی ضخامت، نسبت نما و جرم محصول گندم

در این شکل رابطه بین ضخامت، نسبت نما و جرم دانه‌های گندم را نشان می‌دهد. نمودار بر اساس رابطه زیر بدست آمده است.

M=0/0159+0/0175t+0/0229R

در این معادله t برابر مقدار ضخامت و R مقدار نسبت نما می باشد. که این رابطه مقدار R^2 مساوی ۰/٦۷۵ می باشد.

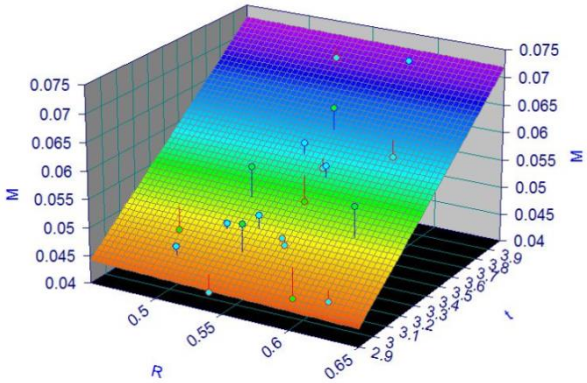


شکل ۲. نمودار سه بعدی ضخامت، نسبت نما و جرم محصول شلتوک

در شکل ۲ نمودار سه بعدی نشان‌دهنده رابطه بین ضخامت، نسبت نما و جرم دانه‌های شلتوک می‌باشد که از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

M=-0/05175-0/05345t+0/0477R

در این رابطه t ضخامت دانه و R نسبت نما می باشد. در این رابطه R^2 برابر۰/۸۱۳ می باشد. در این شکل باافزایش ضخامت دانه، جرم آن نیز افزایش پیدا می کند. همچنین با افزایش یا کاهش نسبت نما جرم دانه‌های شلتوک نیز افزایش می یابد. زیرا با کاهش نسبت نما (افزایش طول دانه) و همچنین افزایش نسبت نما (افزایش عرض دانه)، تاثیر مثبتی در افزایش جرم دارد.



شکل۳. نمودار سه بعدی ضخامت، نسبت نما و جرم محصول گلرنگ

در شکل ۳ نیز رابطه ضخامت، نسبت نما و جرم دانه‌های گلرنگ را نشان می‌دهد که با افزایش مقدار ضخامت، جرم نیز افزایش پیدا می‌کند. این نمودار به صورت زیر است.

M=-0/029-0/00482t+0/0260

در این رابطه مقدار R^2 برابر ۰/۸۳۵ است.

نتیجه گیری

نتایج نشان می‌دهد که چگالی واقعی گندم بیشتر از شلتوک و گلرنگ است و همچنین در هنگام آزمایش نیز در مایع ته نشین شد. نسبت نما اگر به سمت یک میل کند نشان می دهد که عرض و طول تفاوت زیادی ندارد و ضریب کرویت آن بیشتر می شود. گلرنگ در بین محصولات دارای بیشترین ضریب کرویت است و کمترین آن مربوط به محصول شلتوک است هر چند تفاوت زیادی در این مورد بین محصول گندم و گلرنگ نیست. نتایج نشان داد که بین محصولات بیشترین تخلخل مربوط به محصول شلتوک است که اندازه گیری چنین خاصیتی در انبارداری حائز اهمیت است. گندم دارای بیشترین وزن دانه و کمترین آن مربوط به شلتوک است و این خود به دلیل ترکیبات زیادی است که در دانه گندم وجود دارد.

منابع و مآخذ

۱. راسخ، م. و. کاشی، م. ۱۳۹۱، برخی خصوصیات فیزیکی یولاف وحشی و گندم رقم الوند، فصلنامه علوم و صنایع غذایی.

۲. سیان پناه، م. غلامی پرشکوهی، م. و کرمانی، ع. م. ۱۳۹۱، برخی خواص لوبیا چیتی رقم تلاش، اولین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست سالم.

۳. فریدی، ح. رواجی، م. صفرزاده، د. ساریان، م. و قریشی، ب. ۱۳۹۲، تاثیر خصوصیات فیزیکی دانه گندم بر ایجاد تلفات در دستگاه های بوجاری، نشریه مکانیزاسیون کشاورزی.

٤. یزدی صمدی، ب. رضایی، ع. و ولی زاده، م. ۱۳۸۱، طرح های آماری در کشاورزی ، موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران، چاپ چهارم.

5. Baryeh, E. A. 2002. Physical Properties of Millet, Journal of Food Engineering., Vol. 51, pp. 39–46.
6. Boumans, G. 1985. Grain Handling and Storage, Elsevier Sci., Pub.
7. Kalkan F and kara, M. 2011. Handling Frictional and Technological of when as Affected by Moisture Content and Cultivar, Powder Technology., Vol. 213, pp.116–122.
8. Konak, M., Carman, K. and aydin C. 2002. Physical Properties of Chickpea Seeds, Biosystem Engineering., Vol. 82, pp. 73–78.
9. KuraL H. and carman, K. 1997. Aerodynamic Properties of Seed Crops, National Symposium on Mechanization in Agriculture. Vol. 34, pp. 265–274.
10. McLean, K. A.1989. Drying and Stoing Combinable Crops, Farming Press., Uk. Ipswich.
11. Mohsenin N. N.1970. Physical Properties of Plants and Animal Materials, Gordon and Breach Science Publishers, Dec.
12. Navarro S. and Noyes, R. T. 2002. The Mechanics and Physics of Modern Grain Aeration Management, CRC Press.

13. Panasiewicz, M. Sobczak P. Mazura, J. Zawislak, K. and Andrejko, D. 2012. The Technique and Analysis of the Process of Separation and Cleaning Grain Materials, Journal of Food Engineering, Vol. 109, pp. 603–608.
14. Patane C., Iacoponi, E. and Raccuia, S. A. 2004. Physicochemical Haracteristics , Water Absorption Soaking and Cooking Properties of some Sicilian Populations of Chickpea CicerArietinum L, International Journal of Food Sciences and Nutrition., Vol. 55, pp. 547–554.
15. Tabatabaeefar A. 2003. Moisture-Dependent Physical Properties of Wheat, International Agrophysics, Vol. 17, No. 2.

Study and Evaluation of physical properties of rice, wheat and safflower.

Abstract

In this study, some physical properties of the pellets, wheat, rice and safflower were studied. Geometric properties include axial dimensions (length, width, thickness), geometry diameter, arithmetic diameter, sphericity coefficient, (width/ length) Ratio, friction coefficient, Gravitational properties such as porosity, density and particle density was calculated. The results showed that the geometric mean diameter, respectively safflower be most of the wheat and wheat most of the rice. The most sphericity coefficient for safflower and the lowest for the rice. Also the most (width/ length) Ratio for safflower. Also the lowest porosity is for safflower with 0.31 amount. The most particle density respectively is for wheat, rice and safflower calculated, also particle density is highest for wheat and lowest for rice. Coefficient static friction for safflower is highest.

Keywords: physical properties, wheat, paddy, safflower.