ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران (کرج)
۲۴ و ۲۵ شهریور ۱۳۸۹

تعیین برخی خواص فیزیکی ارقام مختلف برنج سفید

عزت اله عسکری اصلی اردە[۱]، یوسف عباسپور گیلانده[۱] ، سهیلا یاوری[۲] و ناصر شاهی[۲]
۱- استادیار دانشگاه محقق اردبیلی و ۲ - دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه محقق اردبیلی
yavari_s@ymail.com

چکیده

خواص فیزیکی برنج سفید در طراحی ماشین‌های تبدیل، بسته بندی و انتقال از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. دراین تحقیق برخی خصوصیات فیزیکی شش رقم برنج در استان گیلان (ارقام خزر، هاشمی، طارم، علی کاظمی، حسنی و رمضانی) شامل ضریب کرویت، وزن هزار دانه و... مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد اثرات اصلی رقم و سطح تماس بر خواص فیزیکی مربوطه معنی‌دار است. رقم طارم و هاشمی بترتیب از بیشترین (kg/m^3 ۱۴۸۸/۳۰ kg) و کمترین (kg/m^3 ۱۴۲۱/۰۸ kg) چگالی واقعی و ارقام طارم و خزر بترتیب از بیشترین (kg/m^3 ۷۲۹/۶۱) و کمترین (kg/m^3 ۶۷۹/۱۵ kg) چگالی ظاهری برخوردار است. رقم حسنی بیشترین ضریب کرویت (۴۷/۲۲) و رقم رمضانی کمترین ضریب کرویت (۳۶/۹۲) داشت. میانگین درصد تخلخل از ۴۹/۹۳ (رقم علی کاظمی) تا ۵۳/۱۶ (رقم رمضانی) متغیر بود.

کلمات کلیدی: برنج سفید، تخلخل، سرعت حد، چگالی واقعی ، وزن هزار دانه

مقدمه

امروزه در میان غلات ترکیبات غذای برنجی، غذای اصلی شمار زیادی از مردم دنیا را تشکیل میدهد. تولید برنج در جهان از سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۰۴ از ۵۲۰ میلیون تن به ۶۰۵ میلیون تن رسیده است و این در حالیست که در ایران تولید برنج از سال ۱۹۸۰ تا سال ۲۰۰۴ از ۱/۳ میلیون تن به ۳/۴ میلیون تن افزایش یافته است(فائو ۲۰۰۵). امروزه سطح زیر کشت برنج در ایران ۶۱۵ هزارهکتار می باشد(عسکری اصلی اردە، ۱۳۸۳).میزان بازار پسندی برنج و سایر محصولات کشاورزی بستگی به کیفیت فیزیکی آنها پس از فرآوری دارد. مشخصات فیزیکی محصولات کشاورزی در طراحی ماشین‌های فرآوری، بسته‌بندی و انتقال مورد استفاده قرار می‌گیرند.

از جمله مهمترین این خواص می‌توان به خواصی از قبیل، ابعاد، وزن هزار دانه، چگالی ظاهری، چگالی واقعی، درصد تخلخل، زاویه اصطکاک استاتیکی و زاویه شیب طبیعی اشاره کرد. به عنوان مثال، اندازه ابعاد دانه محصولات در تعیین اندازه سوراخ الک‌ها در فرآیندهای جداسازی و همچنین در محاسبه نیروی مورد نیاز در فرآیند آسیاب کردن مورد نیاز می‌باشد. همچنین می‌توان از این خصوصیات در اندازه‌گیری سطح و حجم دانه‌ها که در مدل سازی غلات برای خشک کردن محصول مورد نیاز است، استفاده کرد. سرعت حد در انتقال پنوماتیکی مواد و در جداسازی محصول از مواد بغیر از دانه مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقاومت توده دانه در برابر جریان هوا نیز،

تابعی از تخلخل و اندازه ابعاد می‌باشد (Reddy and Chakraverti, 2004). حجم و چگالی محصولات اهمیت فراوانی در فرآیندهای مختلف از جمله خشک کردن، انبار کردن، طراحی سیلوها و ارزیابی کیفیت محصولات دارد(توکلی هشجین، ۱۳۸۲).

در مورد تعیین خواص فیزیکی محصولات کشاورزی تحقیقات فراوانی انجام شده است. از جمله ردی و چاکراورتی (Reddy and Chakraverty, 2004) برخی خواص فیزیکی دانه‌های شلتوک شامل طول، عرض، ارتفاع، سطح، حجم، وزن هزار دانه، چگالی ظاهری، چگالی واقعی، درصد تخلخل و زاویه شیب طبیعی دانه شلتوک را تعیین و بررسی کردند. قاسمی و همکاران (Ghasemi *et al*, 2007) برخی از خواص فیزیکی ۲ رقم شلتوک (سازندگی و سرخه) را در محتوای رطوبتی(d.b.) ۱۰٪ تعیین کرده‌اند. آل محسنه و راباباه (AL-Mahasneh and Rababa, 2007) نیز برخی ازخصوصیات فیزیکی دانه‌های گندم سبز را در محتوای رطوبتی ۹/۳ تا w.b. ٤١/٥٪ تعیین و اثر محتوای رطوبت محصول را بر آن مورد بررسی قرار دادند. نتایج آزمایشات آن‌ها نشان داد که با افزایش محتوای رطوبت محصول‌ها خصوصیاتی از قبیل ابعاد اصلی، سطح، حجم و ضریب اصطکاک افزایش می‌یابد در حالیکه چگالی ظاهری، چگالی واقعی و درصد تخلخل کاهش می‌یابد.

سرعت حد دانه عاملی است که نقش مهمی را در طراحی ماشینهای مربوط به پاک کردن و جداکردن دانه از مواد بغیر از دانه و تجهیزات انتقال دارد. سرعت حد یک دانه، سرعتی است که در حالت سقوط آزاد، وزن دانه با نیروی کشش و نیروی بالابری وارد بر آن متعادل می‌شود.

تادو و همکاران (Tado *et al.,* 1999) ، سرعت حد دانه شلتوک را در دو رقم هندی مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که در محتوای رطوبتی دانه از ۱۱/۲ تا ۲۰/۵، سرعت حد از ٥/٦ الی m/s ٦/٢ متغییر بوده است. بیلانسکی و همکاران (Bilanski *et al.*,1962) ، در بررسی سرعت حد دانه گندم سرعت حد آنرا ٤/٧١m/s گزارش کرده اند. توسط بیلانسکی و لال (Bilanski and Lal, 1964) ، سرعت حد دانه گندم به روش تجربی (با استفاده از تونل باد) معادل m/s ٨/٦٤ تعیین شده است. شمس آبادی(۱۳۸۰)، نیروی کشش و سرعت حد دانه های ذرت، جو و عدس را بطریق تئوری(با استفاده از روابط و فرمولها) بررسی کرده و سرعت حد و نیروی کشش دانه های جو، ذرت و عدس را مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. خوش تقاضا و مهدی زاده (۲۰۰٦) در بررسی خواص آئرودینامیکی گندم(رقم کانادایی)، به این نتیجه رسیدند که با افزایش محتوای رطوبت دانه از ۷ الی (w.b.)۲۰ ٪، سرعت حد دانه از ٦/٨١ الی m/s ٨/٦٣ بطور خطی تغییر می‌کند. محققین بسیاری از قبیل (Aviara *et al.*, 2005 ; Gupta and Prakash, 1992 ; Bilanski *et al.*, 1965 ; Tado *et al.*, 1999 ، khoshtagaza and Mehdizadeh, 2006) در مورد سرعت حد دانه محصولات مختلف بررسی کرده‌اند.

در این تحقیق هدف بررسی برخی خصوصیات فیزیکی سه رقم متداول برنج سفید (خزر، هاشمی، علی-کاظمی، طارم، حسنی و رمضانی) بوده است.

مواد و روش‌ها

دانه‌های برنج مورد آزمایش از ارقام مورد کشت در استان گیلان شامل خزر، هاشمی، علی‌کاظمی، طارم، حسنی و رمضانی بودند. از عملیات فرآیند تبدیل (شامل خشک کردن و پوست گیری و سفید کنی) متداول در استان گیلان برروی آنها استفاده شد.

کرویت، قطر هندسی

به منظور تعیین کرویت، سطح، حجم، قطر هندسی دانه، به طور تصادفی ۵۰ عدد دانه سالم از هر رقم انتخاب شد و سپس طول(L)، عرض(W) و ضخامت(t) آنها بوسیله کولیس دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ میلیمتر تعیین گردید. قطر هندسی (D_g) ، ضریب کرویت (ϕ) دانه‌ها طبق روابط زیر تعیین شدند(محسنین،۱۹۸۰).

$$D_g = (L.W.t)^{\frac{1}{3}} \quad (۱)$$

$$\emptyset = \frac{(L.W.t)^{\frac{1}{3}}}{L} \quad (۲)$$

وزن هزار دانه

برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه، نمونه‌های ۱۰۰ تایی از ارقام مختلف برنج سفید جدا شده و در ۵ تکرار، وزن آنها با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری و برای محاسبه وزن هزار دانه وزن آنها درعدد ۱۰ ضرب می‌شد.

چگالی ظاهری، حجم واقعی، چگالی واقعی و درصد تخلخل

چگالی ظاهری دانه‌ها با استفاده از یک ظرف استوانه‌ای با جرم و حجم مشخص، تعیین گردید. دانه‌ها با یک سرعت ثابت از ارتفاع ۱۵ سانتیمتری از سطح استوانه به داخل آن ریخته شدند. ریزش بذرها از ارتفاع ۱۵ سانتیمتری یک اثر ضربه‌ای در ظرف ایجاد می‌کند که باعث ته نشین شدن دانه ها در ظرف می‌شود که این حالت مشابه شرایطی است که در انبارها در طی ذخیره و انبارکردن برای محصول ایجاد می‌شود (رضوی و میلانی ، ۲۰۰۶). پس از پر شدن ظرف، با استفاده از یک سطح مسطح دانه‌های اضافی از سطح آن خارج شده بدون اینکه دانه‌ها فشرده شوند. سپس ظرف محتوی دانه توسط یک ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم وزن و چگالی ظاهری طبق فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\rho_b = \frac{m}{V} \quad (۳)$$

که در آن:

M= وزن دانه‌ها

V= حجم ظرف

معمولاً حجم و چگالی واقعی دانه‌ها با استفاده از روش جابجایی مایع (تولوئن) تعیین می‌شوند. در این آزمایش از پیکنومتر برای اندازه‌گیری حجم واقعی دانه‌ها استفاده شد. سپش با استفاده از فرمول‌های زیر حجم و چگالی واقعی دانه‌ها محاسبه گردید(محسنین، ۱۹۸۶).

$$V_t = \frac{\left(M_{tp} - M_p\right) - \left(M_{pts} - M_{ps}\right)}{\rho_t} \qquad (٤)$$

$$\rho_s = \frac{M_{ps} - M_p}{V_t} \qquad (٥)$$

که در آنها:

V_t = حجم جسم جامد

M_{tp} = وزن تولوئن و پیکنومتر(gr)

M_p = وزن پیکنومتر(gr)

M_{tps} = وزن تولوئن، پیکنومتر و جسم (gr)

M_{ps} = وزن پیکنومتر و جسم (gr)

ρ_t = چگالی تولوئن ($۰/۸۷ \frac{gr}{cm^۳}$)

ρ_s = چگالی جسم جامد($\frac{gr}{cm^۳}$)

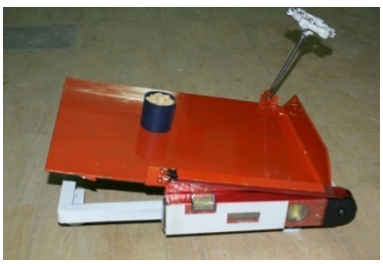
تخلخل (ε) در ارقام مختلف مورد آزمایش از رابطه زیر تعیین شد:

$$\varepsilon = (۱ - \frac{\rho_b}{\rho_s}) \times ۱۰۰ \qquad (٦)$$

زاویه اصطکاک استاتیکی

زاویه اصطکاک استاتیکی دانه‌های برنج سفید بر روی چهار سطح شامل ورق سیاه، ورق روغنی، ورق گالوانیزه و ورق آلومینیوم در پنج تکرار تعیین گردید.

در این آزمایشات دانه‌ها در یک ظرف استوانه‌ای بدون سر و انتها با قطر mm ۵۰ و ارتفاع mm ۷۵ ریخته شد و بر روی یک صفحه با زاویه قابل تنظیم قرار گرفت. استوانه به اندازه چند میلیمتر (۳-۱ میلیمتر) بالا برده شد تا با سطح آزمایشی تماس نداشته باشد. زاویه تمایل سطح توسط یک فلکه به تدریج افزایش داده شد تا اینکه استوانه شروع به سر خوردن کند. در این حالت زاویه سطح شیب دار توسط یک زاویه سنج دیجیتالی با دقت ۰/۱ درجه اندازه گیری می‌شد. شکل زیرنمایی از دستگاه اندازه‌گیری زاویه اصطکاک استاتیکی را نشان می دهد.



شکل ۱- دستگاه اندازه‌گیری زاویه اصطکاک استاتیکی

زاویه شیب طبیعی

زاویه شیب طبیعی زاویه ایست که توده دانه با سطح افق می‌سازد. برای اندازگیری آن از یک استوانه بدون سر و ته با قطر و ارتفاع بترتیب ۱۵ و ۲۵ cm استفاده شد. استوانه در مرکز یک صفحه مدور قرار گرفته واز دانه-

های برنج سفید پر می‌شد. سپس استوانه مذکور به آرامی در امتداد قائم بالا آورده می شد تا توره دانه بشکل یک مخروط در آیند. هر آزمایش در ۵ تکرار انجام می شد. در این حالت قطر و ارتفاع مخروط ایجاد شده توسط یک گونیا و کولیس اندازه‌گیری می شد و زا ویه θ(زاویه شیب طبیعی) با استفاده از رابطه زیر استخراج می گردید(محسنین، ۱۹۸۶):

$$\theta = \arctan\left(\frac{۲H}{D}\right) \qquad (۷)$$

که در آن:

H = ارتفاع مخروط (mm)

D = قطر مخروط (mm)

سرعت حد دانه

سرعت حد یک ذره از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$V_t = \left[\frac{۲mg(\rho_p - \rho_a)}{C_D A \rho_a \rho_p}\right]^{1/2} \qquad (۸)$$

دراین رابطه، m جرم ذره (kg)، g شتاب جاذبه محل $\left(m/s^2\right)$، ρ_p و ρ_a ، بترتیب جرم حجمی ذره و هـوا $\left(Kg/m^3\right)$، C_D ضریب کشش (بدون بعد)، A سطح مقطع دانه (عمود بر جهت جریان هوا) و V_t سرعت حـد دانه یا ذره می‌باشد.

برای تعیین سرعت حد ذره، معمولاً کلیه پارامترها بجز ضریب کشش (C_D) معلوم می‌باشد. این ضـریب از رابطه زیر بدست می‌آید (Mohsenin, 1978) :

$$C_D = \frac{۲C}{R_e} \qquad (۹)$$

که در آن (C) فاکتور شکل ذره (بدون بعد)، R_e عدد رینولدز (بدون بعد) مـی‌باشـد. فـاکتور شـکل بـرای ذراتی که مقطع آنها بیضی شکل است از روابط زیر بدست می‌آید:

از مراحل زیر برای تعیین سرعت حد هر دانه استفاده شد(Mohsenin, 1978):

۱ – میانگین هندسی اقطار دانه (d_g) از رابطه زیر محاسبه شد.

$$d_g = (abc)^{1/3} \qquad (۱۰)$$

۲ – مساحت مقطع عمود بر جهت جریان هوا (A_g) از فرمول زیر تعیین شد:

$$A_g = \frac{\pi}{۴} d_g^2 \qquad (۱۱)$$

۳ – از فرمول زیر برای محاسبه حجم دانه (V_g) استفاده شد:

$$V_g = \frac{\pi}{۶} d_g^{۳} \qquad (۱۲)$$

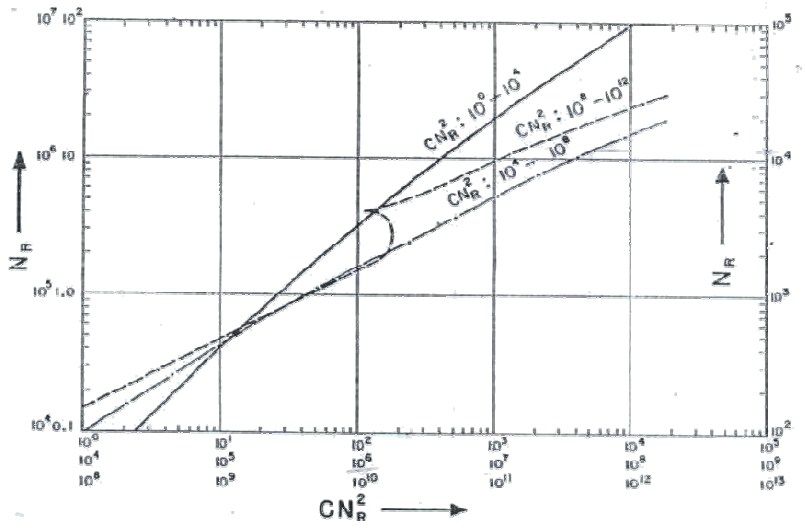
٤– جرم حجمی ذره (ρ_g) از رابطه زیر محاسبه شد:

$$\rho_g = \frac{m_g}{V_g} \qquad (۱۳)$$

٥– مقدار $C_D R_e^{۲}$ از رابطه زیر محاسبه شد.

$$C_D R_e^{۲} = \frac{۴ g \rho_a d_g^{۳} (\rho_p - \rho_a)}{۳ \mu^{۲}} \qquad (۱٤)$$

٦ – با مراجعه به شکل زیر عدد رینولدز (R_e) و در نتیجه (C_d) تعیین شد.



شکل ۲ – روابط بین مقادیر $C_D R_e^{۲}$ با R_e (Mohsenin, 1978)

۷ – نهایتا" سرعت حد از رابطه (۸) بدست آمد.

بـرای محاسـبه سـرعت حـد، چگـالی هـوا در درجـه حـرارت ۲۱°C، معـادل($۱/۲ kg/m^{۳}$) و ویسـکوزیته آن($۱۸/۰۹۸ \times ۱۰^{-۷} N.s/m^{۲}$) در نظر گرفته شد (Mohsenin, 1978).

آنالیز داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده از آزمایشات از طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و برای مقایسه میانگین اثرات اصلی و اثرات متقابل عوامل مستقل از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم افزارMSTATC انجام و نمودارها با استفاده از برنامه Excel ترسیم گردید.

بحث و نتایج:

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری خواص فیزیکی ارقام مختلف دانه برنج سفید (جدول) نشان داد که اثر اصلی رقم بر کلیه خواص فیزیکی معنی دارشده است.

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به برخی خواص فیزیکی دانه برخی ارقام

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن هزار دانه		زاویه شیب طبیعی		چگالی ظاهری		زاویه اصطکاک استاتیکی	
		میانگین مربعات	نسبت F	میانگین مربعات	نسبت F	میانگین مربعات	نسبت F	میانگین مربعات	نسبت F
رقم	۵	۲۱/۵۷۹	/۹۰۳** ۹۷۶	۵۳/۳۵۱	۶۲/۶۲۰**	۳۶۴۱/۱۴	/۳۳** ۱۵۶	۲۱/۵۹۲	۵۶/۴۲۳**
سطح تماس	۳							۷۶۲/۴۲	/۳۱۴** ۱۹۹۲
رقم × سطح تماس	۱۵							۵/۱۲۲	۱۳/۳۸۴**
خطا	۷(۲۰۷)	۰/۰۲۲	-	۰/۸۵۲	-	۲۳/۲۹۱	-	۰/۳۸۳	-

ادامه جدول۱- نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به برخی خواص فیزیکی دانه برخی ارقام

منابع تغییرات	درجه آزادی	چگالی حقیقی		تخلخل		کرویت		سرعت حد دانه (m/s)	
		میانگین مربعات	نسبت F	میانگین مربعات	نسبت F	میانگین مربعات	نسبت F	میانگین مربعات	نسبت F
رقم	۵	۲۹۸۴/۷۵	۹/۰۴۲**	۸/۴۴۱	۲۳۷۶/۰۴۳**	۸/۴۴۱	۹/۰۴۲**	۰/۰۰۱	۲۱۶۳/۰۸۰**
خطا	۲۰	۳۳۰/۱۱۶	-	۰/۰۰۴	-	۰/۰۰۱	-	۰/۰۰۱	-

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

نتایج مقایسه میانگین اثرات رقم بر وزن هزار دانه نشان داد که کلیه ارقام دارای وزن هزار دانه مختلف می-باشند. بطوریکه میانگین مقدار آن برای ارقام علی کاظمی، خزر، طارم، هاشمی، حسنی و رمضانی بترتیب ۱۹/۸۰۳،

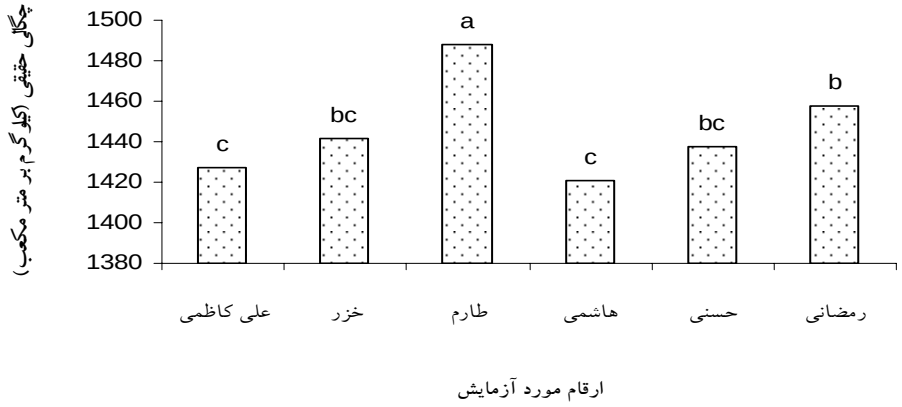
۱۷/۳۸۰، ۱۸/۸۸٦، ۱۸/٤۷۳، ۱۹/۱۱۹ و ۲۱/۷٤۷ گرم (با LSD معادل ۰/۱۳۳) می‌باشد. رقم رمضانی و خزر بترتیب از بیشترین و کمترین وزن هزار دانه برخوردارند.

نتایج مقایسه میانگین اثرات رقم بر زاویه شیب طبیعی نشان داد که ارقام دارای زاویه شیب طبیعی متفاوت از یکدیگر می‌باشند(با LSD معادل ۰/۸۳۱). بطوریکه میانگین مقدار آن برای ارقام علی کاظمی، خزر، طارم، هاشمی، حسنی و رمضانی بترتیب ۲٤/۷٤، ۲۲/٤٤۲، ۲۵/۸٤۵، ۲٦/۸۸٦، ۲۹/۳۳٦ و ۲٤/۹۹۹ درجه میباشد. بیشترین و کمترین میانگین مقدار شیب طبیعی بترتیب به ارقام حسنی و خزر احتصاص دارد. البته این عامل به ضریب کرویت دانه نیز بستگی دارد که برای رقم حسنی بیشترین مقدار بدست آمده است.

نتایج مقایسه میانگین اثرات رقم بر ضریب کرویت دانه حاکی از آن است که مقدار میانگین این عامل نیز در ارقام مختلف متفاوت می‌باشد(با LSD معادل ۰/۰٤). بطوریکه میانگین مقدار آن برای ارقام علی کاظمی، خزر، طارم، هاشمی، حسنی و رمضانی بترتیب ۳۹/۸۲۸، ۳۷/۱۳۰، ۳۹/۵٦٦، ۳٦/٦۵۰، ٤۷/۲۱٦ و ۳٦/۹۱٤ درصد می‌باشد. ارقام حسنی و هاشمی بترتیب از بیشترین و کمترین مقدار میانگین ضریب کرویت برخوردارند.

میانگین چگالی ظاهری فقط در بین ارقام خزر و رمضانی از لحاظ آماری تفاوت ندارد ولی مقدار میانگین چگالی ظاهری این دو رقم با بقیه ارقام متفاوت میباشد. میانگین چگالی ظاهری ارقام علی کاظمی، خزر، طارم، هاشمی، حسنی و رمضانی بترتیب ۷۱٤/۵٦۱، ٦۷۹/۱٤۸، ۷۲۹/٦۱۲، ۷۰٦/۹۲۵، ۷۰۰/٦۹۰ و ٦۸۳/۲۱۳ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. رقم طارم از بیشترین مقدار چگالی ظاهری و رقم خزر از کمترین مقدار چگالی ظاهری برخوردار است.

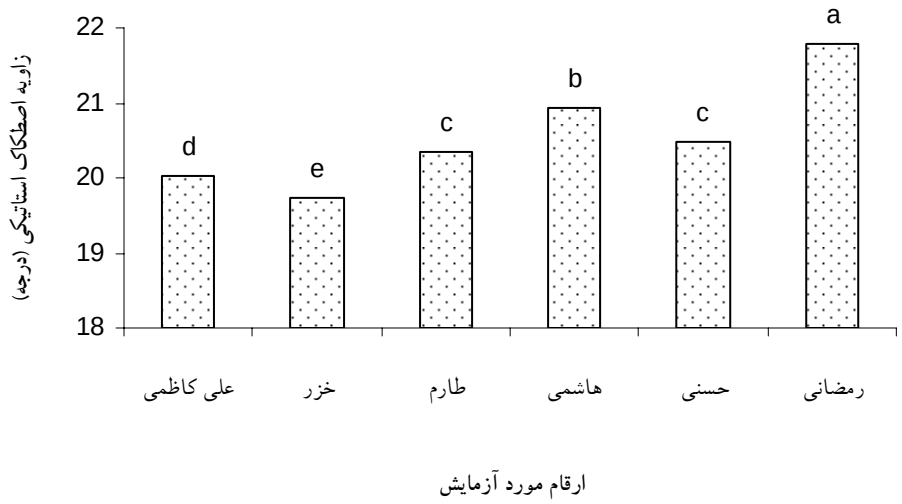
نتایج مقایسه میانگین اثر رقم بر چگالی حقیقی در شکل ۲ نشان داده شده است. همانطوریکه ملاحظه می‌شود رقم طارم با اختلاف فاحشی دارای بیشترین مقدار چگالی حقیقی (kg/m^3 ۱٤۸۸/۳۰٤)، بعد از آن رقم رمضانی دارای میانگین چگالی حقیقی (kg/m^3 ۱٤۵۷/۷٤) می‌باشد. ارقام حسنی، هاشمی، خزر و علی کاظمی از لحاظ آماری دارای چگالی حقیقی متفاوتی (با LSD معادل ۲۳/۹۷) نمی‌باشند.



شکل ۲ – نتایج مقایسه میانگین اثرات رقم بر چگالی حقیقی

از لحاظ آماری میانگین درصد تخلخل در توده دانه برنج سفید ارقام مورد آزمایش نیز متفاوت می‌باشد، بطوریکه مقدار میانگین آن در ارقام علی کاظمی، خزر، طارم، هاشمی، حسنی و رمضانی بترتیب ٤٩/٩٢٤، ٥٢/٧٦٨، ٥١/١٢٤، ٥٠/٣٠٨، ٥١/٢٧٦، ٥٣/١٦٤ درصد می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی رقم، جنس سطح تماس و اثرات متقابل ایندو عامل بر زاویه اصطکاک استاتیکی نشان داد که رقم رمضانی با مقدار میانگین ٢١/٧٩٦ درجه و رقم خزر با مقدار میانگین ١٩/٧٢٩ درجه بترتیب دارای بیشترین و کمترین زاویه اصطکاک استاتیکی می‌باشند. میانگین مقدار این عامل در دو رقم طارم و حسنی تفاوت معنی‌داری ندارند (شکل ٣).



شکل ٣ – نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی رقم بر زاویه اصطکاک استاتیکی

نتایج آنالیز واریانس سرعت حد دانه برنج سفید (جدول ٢) نشان می‌دهد که اثر اصلی رقم بر سرعت حد دانه معنی‌دار می‌باشد. با تغییر رقم از لحاظ آماری اختلاف معنی داری در مقدار سرعت حد بوجود آمده است. زیرا سرعت حد تابعی از جرم حجمی دانه می‌باشد و نتایج مقایسه میانگین نشان داده است که در بسیاری از ارقام مورد آزمایش، جرم حجمی حقیقی دانه ها از لحاظ آماری متفاوت بوده اند. البته عوامل دیگری مثل ضریب کشش (C_D) و تصویر مساحت سطح دانه در امتداد عمود بر جهت جریان هوا بر سرعت حد دانه تاثیر می‌گذارند.

نتیجه‌گیری

١- کلیه دانه‌های برنج سفید مورد بررسی دارای خصوصیات فیزیکی متفاوتی می‌باشند.

٢- رقم حسنی دارای کمترین سرعت حد و رقم علی کاظمی دارای بیشترین مقدار سرعت حد می‌باشد.

۳- در بین ارقام مورد آزمایش بیشترین و کمترین مقدار چگالی حقیقی بترتیب به ارقام طارم و خزر و بیشترین و کمترین چگالی ظاهری بترتیب به ارقام طارم و رمضانی اختصاص دارد

٤- ارقام رمضانی و خزر بترتیب از بیشترین و کمترین زاویه اصطکاک استاتیکی بر خوردارند. بطورکلی ورق آلومینیومی از کمترین و ورق روغنی از بیشترین مقدار زاویه اصطکاک برخوردار است.

منابع:

۱ – توکلی هشجین، ت. ۱۳۸۲. مکانیک محصولات کشاورزی(ترجمه). انتشارات سالکان. ۸۵۵ صفحه

۲- شمس آبادی، ح. ۱۳۸۰. بررسی ویژگیهای آئرودینامیکی محصولات ذرت، جو و عدس. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. شماره٤، ۵۵-٤۱

۳ – عسکری اصلی ارده. ع. ۱۳۸۳. تعیین نیروی کوبش برای ارقام متداول برنج در استان گیلان. مجله علم وفناوری. شماره ۳و٤، ص۲۳-۲۹.

4. AL-Mahasneh, M.A., Rababah, T.M. 2007. Effect of moisture countet on some engineering properties of green wheat. Journal Of Food Engineering. 79: 1467-1473.
5. Aviara, N. A., Mamman and Umar, B. 2005. Some physical properties of Balanites aegyptiaca nuts. Biosistems Engineering, 92(3), 325-334
6. Bilanski, W. K., Collins, S. H. and Chu, P. 1962. AerodynamicProperties of seed grains. Agricultural Engineering 43(4):216-219.
7. Bilanski, W. K. and Lal, R.1965. Behavior of threshed materials in a Vertical wind tune Transactions of ASAE, 8(3):411-413.
8. Coskoner, Y., Karbaba, E. 2006. Physical properties of coriander seed (*corianderum Sativum* L.). Journal Of Food Engineering. (80): 408-416.
9. Dutta, S. K., Nema, V.k., and Bhardway. 1988. Physical properties of gram. Journal of Agricultural Engineering Research. 39, 259-268
10. FAOSTAT., 2005. Rice production. Available from <http://faostat.fao.org.
11. Ghasemi Varnamekhasti, M., Mobli, H., Jafari, Keyhani, A.R. Heidari Soltanabadi, M. Rafiee, S., Kheiralipour, K. 2007. Some physical properties of rough rice (Oryza Sativa L.) grain, Journal of Cereal Science, 47, 496-501
12. Gupta, R. T. and Prakash, S. 1992. The effect of seed moisture content on the physical properties of JSF-1 sunflower. Journal of Oilseed Research. 9, 209-216
13. Jain, R.K., Bal, S. 1977.Properties of peari millrt. Journal of Agricultural Engineering Research. 66: 85-91.
14. Kashaninejad, M., Rezaghah, M. 2007. Effect of moisture countet on some engineering properties of two varieties of safflower seed. International Agricaltural Engimeering Journal. 16(3-4): 97-113.
15. Khoshtagaza, M. H. and Mehdizadeh, R. 2006. Aerodynamic properties of Wheat kernakk and straw materials. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal Manuscript FP 05 007. Vol. VIII. March, 2006
16. Joshi, D. C., Das, S. K. and Mukhherejee, R. K. 1993. Physical properties of pumpkin seeds. Journal of Agricultural Engineering Research, 54, 219-229
17. Mohsenin, N. N. 1978. Physical Properties of Plant and Animal Meterials, Structure, Physical characteristis and Mechanical properties, Gordon and Breach science publishers. 742, P.
18. Mohsenin, N.N. 1986. physical properties of plant and animals. Secend Edition. New york: Gordon and Breach science publisher. USA.

19. Reddy, B.S., Chakravertty, A. 2004. Physical properties of raw and parboiled paddy. Biosystems Engineering. 88(4): 461-466.
20. Razavi, S.M.A., Milani, E. 2006. Some Physical Properties of the Watermelon seeds. African Journal of Agricultural Research. 1(3): 65-69
21. Suthar, S. H. and Das, S. K. 1996. Some physical properties of Karingda Seeds. Journal of Agricultural Engineering Research, 65(1), 15-22
22. Stroshine, R., 1994. Physical properties of agricultural materials and food products, Purdue University West Lafayette, Indiana.
23. Tado, C. J. M., Wacker, P. Kutzbach, H. D., and Suministrado, D. C.1999. Aerodynamic properties of paddy. Agricultural Engineering Journal, 8(2):91-100.

Determination of some physical properties in white rice various variety

Abstract

White rice physical properties are very important to design of milling, packaging and conveying machineries. At this study, some physical properties including sphericity, grain thousand weights, et al of six white rice varieties in Gilan province were investigated. The results revealed that main effects of varieties and contact surface are significant on these properties. The heist (1448.3 kg/m^3) and lowest (1421.08 kg/m^3) true density allocated to *Tarom* and *Hashemi* varieties, respectively. The heist (729.6 kg/m^3) and lowest (679.15 kg/m^3) allocated to *Tarom* and *Khazar* varieties, respectively. *Hasani* and *Ramazani* varieties had the heist (47.22) and lowest (36.92) sphericity mean, respectively. The porosity mean was varied from 49.93 to 53.16 for *Alikasemi and Ramazani* varieties, respectively.

Key words: white rice, sphericity, terminal velocity, true density, grain thousand