بررسی اثر رطوبت بر سرعت حد دانه در چند رقم متداول شلتوک برنج در استان گیلان

سهیلا یاوری[۱]، عزت اله عسکری اصلی اردە[۲]،صدیقه شکر بیگی[۳]

۱ و۳- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه محقق اردبیلی و۲- استادیار دانشگاه محقق اردبیلی

yavari_s@ymail.com

چکیده:

سرعت حد دانه یکی از ویژگیهای آئرودینامیکی دانه می‌باشد که در طراحی ماشینهای مربوط به انتقال، جداسازی مخلوطی از مواد نقش اساسی ایفا می‌کند. در این تحقیق این عامل در سه رقم شلتوک برنج (خزر، هاشمی و هیبرید) بر حسب محتوای رطوبت دانه (۱۰، ۱٤، ۱۸ و ۲۲٪ w.b.) به روش تئوری محاسبه شد و سپس مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که رقم هاشمی و هیبرید بترتیب از بیشترین (۱۰/۸۳۲ m/s) و کمترین (۹/۸۱٦ m/s) مقدار میانگین سرعت حد دانه برخوردارند. با تغییر محتوای رطوبت دانه از۱۰ الی ۲۲٪ w.b.، میانگین سرعت حد از ۹/۲۲۸ m/s به ۱۱/۳۳٦ m/s افزایش معنی‌داری داشت. بیشترین مقدار میانگین سرعت حد (۱۲/۲٤٥ m/s)در آزمایشاتی با رقم هاشمی با محتوای رطوبتی ۲۲٪ w.b. و کمترین مقدار آن(۹/۱۲۸ m/s) در حالتی بدست آمده است که آزمایشات با رقم خزر با محتوای رطوبتی ۱۰٪ w.b. انجام شده است.

کلمات کلیدی: سرعت حد، شلتوک،خواص آئرودینامیکی، عدد رینولدز، محتوای رطوبت

مقدمه:

یکی از پارامترهای مهم خواص فیزیکی دانه محصولات کشاورزی سرعت حد[۱] آن می‌باشد. این پارامتر در طراحی واحدهای پاک کننده خرمنکوبها، کمباینها و تجهیزات بوجاری اهمیت خاصی دارد.

هنگامیکه ذره‌ای در اثر وزن خودش سقوط می‌کند، سرعت آن آنقدر زیاد می‌شود تا به حد نهایی و ثابتی برسد. در این حالت نیروی وزن ذره (W)نیروی کشش[۲] وارد بر ذره(F_d) بعلاوه نیروی بالابری[۳] (F_L) متعادل می‌شوند و ذره دارای سرعت یکنواخت و شتاب آن صفر خواهد بود (Mohsenin, 1978). با عمال قانون دوم نیوتن در این حالت:

$$\Sigma F = ma = m \times ۰ = ۰$$

$$F_d + F_L - W = ۰ \quad \text{و}$$

$$F_d = W - F_L \qquad (۱)$$

نیروی بالابری (F_d)، معادل وزن سیال هم حجم دانه می‌باشد یعنی:

$$F_L = \rho_a V g = \rho_a \frac{m}{\rho_P} g \qquad (۲)$$

1-Terminal velocity
2- Drag force
3- Lifting force

در این رابطه ρ_a جرم حجمی هوا (kg/m^3) ، m جرم ذره (Kg)، ρ_P جرم حجمی ذره (kg/m^3) و g شتاب جاذبه محل (m/s^2) می‌باشد.

نیروی کششی وارد بر یک ذره، نیروی مقاومی است که از طرف هوا بر ذره وارد می‌شود و مانع حرکت آن می‌گردد و از رابطه زیر به دست می‌آید(Mohsenin, 1978):

$$F_d = \frac{1}{2} C_D \rho_a A (V_a - V_P)^2 \qquad (۳)$$

در رابطه اخیر C_D ضریب کشش (بدون بعد)، ρ_a جرم حجمی هوا (kg/m^3)، A مقطعی از ذره که در مقابل جریان هوا قرار می‌گیرد و عمود بر جهت جریان هوا است (m^2)، V_P, V_a بترتیب سرعت ذره و هوا (m/s) می‌باشد. یعنی نیروی کششی با مجذور سرعت نسبی ذره (نسبت به سرعت هوا) متناسب است و در حالیکه هوا ساکن و ذره تحت تأثیر وزن خود سقوط می‌کند آنگاه در شرایط تعادل سرعت آن به سرعت حد V_t می‌رسد پس:

$$F_d = \frac{1}{2} C_D \rho_a A V_t^2 \qquad (٤)$$

با قرار دادن طرف دوم روابط (۲) و (۳) در رابطه (۱) خواهیم داشت:

$$\frac{1}{2} C_D \rho_a A V_t^2 = mg - \rho_a \frac{m}{\rho_P} g$$

و یا

$$\frac{1}{2} C_D \rho_a A V_t^2 = mg (1 -) \frac{\rho_a}{\rho_P}$$

$$V_t = \left[\frac{2mg (\rho_P - \rho_a)}{C_D A \rho_a \rho_P} \right]^{1/2} \qquad (٥)$$

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

$$C_D = \frac{2C}{R_e} \qquad (٦)$$

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

$$C = \frac{(a.b.c)^{1/3}}{a} \qquad (٧)$$

که در این فرمول c, b, a بترتیب اقطار بزرگ، متوسط و کوچک ذره (m) می‌باشند.

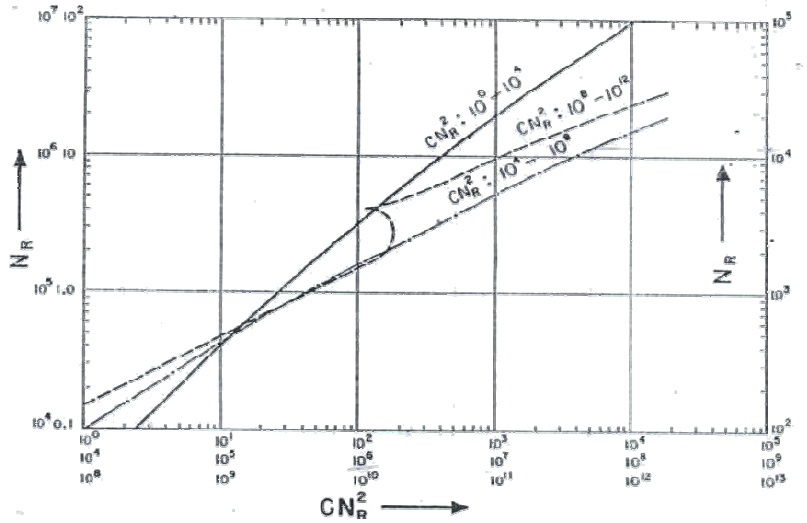
عدد رینولدز که بیان کنندهٔ نسبت اثرات اینرسی به اثرات لزجت سیال می‌باشد، از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$R_e = \frac{\rho l U}{\mu} \qquad (٨)$$

که در این رابطه، ρ چگالی یا جرم حجمی سیال (هوا) (kg/m^3)، l طول جسم (m)، U سرعت سیال (m/s) و μ لزجت سیال ($N . S/m^2$) می‌باشد. در این رابطه برای تعیین R_e، باید سرعت سیال معلوم باشد که در بسیاری از

موارد مجهول می‌باشد. در این حالت برای تعیین (R_e) ، ابتدا عبارت $C_D R_e^2$ از رابطه زیر محاسبه می‌شود و سپس با مراجعه به نمودار مربوط (شکل ۱)، عدد رینولدز تعیین می‌شود (Mohsenin, 1978):

$$C_D R_e^2 = \frac{4 g \rho_a d_g^2 (\rho_p - \rho_a)}{3 \mu^2} \qquad (۹)$$



شکل ۱ – روابط بین مقادیر $C_D R_e^2$ با R_e (Mohsenin, 1978)

d_g میانگین هندسی اقطار ذره (دانه) می‌باشد یعنی:

$$d_g = (abc)^{1/3} \qquad (۱۰)$$

با تعیین مقدار عدد رینولدز و محاسبه فاکتورشکل برای یک دانه خاص، سرعت حد آن از رابطه(۵) بدست میآید. سرعت حد دانه یکی از خواص آئرودینامیکی محصولات کشاورزی است که نقش مهمی را در طراحی ماشینهای مربوط به پاک کردن و جداکردن دانه از مواد بغیر از دانه و تجهیزات انتقال دارد. تحقیقات بسیار زیادی در مورد تعیین سرعت حد و نیز تاثیر محتوای رطوبت محصول بر آن در محصولات مختلف انجام شده است.(تادو و همکاران ,*Tado et al,1999.*) ویژگیهای آئرودینامیکی دانه شلتوک را در دو رقم هندی بر حسب رطوبت مورد بررسی قرار دادند . نتایج این تحقیق نشان داد که اثر افزایش رطوبت برروی اندازه سرعت حد معنی‌دار بوده و در یک رقم با افزایش آن از ۱۱/۲ تا ۲۰/۵٪ ، سرعت حد از ٦ به m/s ٦/۲ افزایش یافته و در رقم دیگر با تغییر آن از ۱۱/٤ تا ۱۹/۸٪، سرعت حد از ٥/٦ تا m/s ٥/۸ متغیر بوده است. بیلانسکی و همکاران ,*Bilanski et al.*) (1962 ، برای تعیین و بررسی سرعت حد دانه محصولات مختلف از یک لوله شیشه‌ای مدرج به قطر ft ۲ (cm ٦۰/۹٦) استفاده کرده‌اند. در این لوله دانه‌ها در ارتفاع‌های مختلف با سرعت اولیه صفر رها شده و سپس طول مدت زمان سقوط توسط وسایل اندازه‌گیری ثبت شده است. سپس از داده‌های جمع‌آوری شده، نقاط به صفحه مختصات طوری منتقل می‌شد تا در محور طولی، زمان (s) و در محور عرضی، فاصله یا ارتفاع سقوط قرار گیرد. از بهم پیوستن نقاط مختلف، منحنی بدست می‌آمد که شیب آن بیان کنندهٔ سرعت حد دانه مذکور بود. بدین روش سرعت حد دانه گندم (٤/۷۱ m/s) بدست آمده است. توسط بیلانسکی و لال (Bilanski and Lal, 1964) ، سرعت حد دانه گندم به روش تجربی (با استفاده از تونل باد) معادل ۸/٦٤ m/s تعیین شده است. شمس آبادی(۱۳۸۰)،

نیروی کشش و سرعت حد دانه های ذرت، جو و عدس را بطریق تئوری(با استفاده از روابـط و فرمولهـا) بررسـی 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 ۲۰(w.b.)٪، سرعت حد دانه از ٦/۸۱ الی ۸/٦۳ m/s بطـور خطـی تغییـر مـی‌کنـد. محققـین بسیاری از قبیل (سوتار و داس، ۱۹۹٦)، (جوشی و همکاران، ۱۹۹۳)، (دوتا و همکـاران، ۱۹۸۸)، گوبتـا و پـراکش، ۱۹۹۲) و (اریآرا و همکاران، ۲۰۰۵) در مورد خواص فیزیکی محصولات مختلف کشاورزی بویژه سرعت حـد دنـه ها بررسی و تحقیق انجام داده اند.

از بررسی منابع مذکور نتیجه می‌شود، بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی دانه غلات و بویژه برنج بـا توجـه بـه تولید و مصرف بسیار زیاد آن در کشور و دنیا از اهمیت خاصی بر خوردار است. **در** این تحقیق سرعت حد دانـه در ارقام مختلف برنج بصورت شلتوک برحسب محتوای رطوبتی دانه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

مواد و روشها

ارقام مورد استفاده در این آزمایشات (خزر، هاشمی و هیبرید) از موسسه تحقیقات برنج تهیه گردید. دانه‌ها به طور دستی تمیز شدند تا هرگونه مواد اضافی، دانه‌های شکسته و نارس از آنها جدا شود. رطوبت اولیه دانه‌ها بوسیله دستگاه رطوبت سنج دیجیتالی مدل GMK-303 تعیین گردید. به منظور تهیه نمونه‌هایی با رطوبت مورد نیاز در آزمایشات در ٤ سطح رطوبتی۱۰، ۱٤، ۱۸ و ۲۲w.b.٪ ، ابتدا با استفاده از فرمول‌های زیر مقدار آب مقطر مورد نیاز که باید به نمونه ها اضافه شود، تا به سطوح رطوبتی مورد آزمایش برسند، محاسبه گردید(Mohsenin, 1978).

$$w_i\left(1-\frac{m_i}{100}\right)=w_f\left(1-\frac{m_f}{100}\right) \qquad (11)$$

$$w_t+w_i=w_w \qquad (12)$$

که در آنها:

w_i = وزن محصول با رطوبت اولیه (gr)

w_f = وزن محصول با رطوبت نهایی (gr)

w_w = وزن آب اضافه شده به محصول(gr)

m_i = درصد رطوبت اولیه بر پایه تر

m_f = درصد رطوبت نهایی بر پایه تر

آب مورد نیاز به دانه‌ها اضافه و با آنها کاملاً مخلوط گردید. سپس آب مورد نیاز وزن و به دانه‌ها اضافه و به آنها مخلوط شد و در کیسه های پلاستیکی ریخته وکاملاً مسدود شدند و به مدت دو روز در یخچال در دمای ۱۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد تا به سطوح رطوبتی مطلوب و یکنواخت برسند (Reddy and Chakraverty, 2004). مدتی قبل از شروع اندازه‌گیری ها به منظور هم دما شدن نمونه‌ها با محیط آزمایش، نمونه‌ها از یخچال خارج شده و در محیط آزمایش قرار گرفت. از هر نمونه ۱۰ دانه بطور تصادفی انتخاب و سپس خصوصیات فیزیکی دانه شامل طول، عرض و ضخامت آنها در هرسطح رطوبتی اندازه گیری شد.

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

۱ – میانگین هندسی اقطار دانه (d_g) از رابطه (٦) محاسبه شد.

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

$$A_g = \frac{\pi}{۴} d_g^{۲} \qquad (۱۳)$$

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

$$V_g = \frac{\pi}{۶} d_g^{۳} \qquad (۱٤)$$

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

$$\rho_g = \frac{m_g}{V_g} \qquad (۱٥)$$

٥– مقدار $C_D R_e^{۲}$ از رابطه (۹) محاسبه شد.

٦– با مراجعه به شکل (۱)، عدد رینولدز (R_e) و در نتیجه (C_d) تعیین شد.

۷– سپس سرعت حد از رابطه (۹) محاسبه شد. برای محاسبه سرعت حد، چگالی هوا در درجه حرارت ۲۱°C، معادل (۱/۲ kg/m^3) و ویسکوزیته آن(۱۸/۰۹۸ ×۱۰ $^{-۷}$ $N.s/m^۲$) در نظر گرفته شد (Mohsenin, 1978).

با توجه به تعداد ارقام مورد آزمایش (۳ رقم)، سطوح محتوای رطوبتی دانه (٤ سطح)، و تعداد تکرار (۱۰) ، ۱۲۰ داده برای تجزیه تحلیل بدست آمد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده از طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و برای مقایسه میانگین اثرات اصلی و اثرات متقابل عوامل مستقل (رقم و رطوبت) از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح احتمال ۵٪ استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد.

نتایج و بحث

خلاصه نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به سرعت حد داته در جدول ۱ ارائه شده است:

جدول ۱– نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به سرعت حد دانه در ارقام برنج مورد آزمایش

منابع تغییرات	درجه آزادی (DF)	میانگین مربعات(MS)	نسبت F
تکرار	۹	۰/۰۰۳	۰/۷۸۲۰ ^{ns}
رقم(V)	۲	۱۰/۳۳۳	۲۵۹۹/۲۲۹۷ **
رطوبت (M)	۳	۲۸/۵۷۸	۷۱۸۸/٤٦٦۷ **
اثرات متقابل (M×V)	٦	۱/۸۰۸	٤٥٤/۸۸٤۰ **
خطا	۹۹	۱/۰۰٤	

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ^{ns} عدم اثر معنی‌دار

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی عوامل رقم و رطوبت و نیز اثرات متقابل این دو بر سرعت حد دانه شلتوک معنی‌دار شده (سطح احتمال ۱٪) است. نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی رقم و رطوبت (جدول ۲) نشان داد که مقدار میانگین سرعت حد در کلیه ارقام مورد آزمایش (سطح احتمال ۵٪) دارای اختلاف معنی‌دار

می‌باشند بطوریکه بیشترین مقدار میانگین سرعت حد (۱۰/۸۳۲ m/s) به رقم هاشمی و کمترین مقدار میانگین (۹/۸۱٦ m/s) سرعت حد به رقم هیبرید اختصاص دارد. همچنین با افزایش محتوای رطوبت دانه از ۱۰ الی w.b. ۲۲٪ میانگین سرعت حد از ۹/۲۲۸ m/s به ۱۱/۳٦۸ m/s افزایش معنی‌داری داشته است.

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی رقم و محتوای رطوبتی دانه بر سرعت حد(m/s)

ارقام مورد آزمایش و میانگین اثرات آنها		سطوح محتوای رطوبت دانه(w.b. ٪) و میانگین اثرات آنها	
خزر	۱۰/۳٤۱b	۱۰	۹/ ۲۲۸d
هاشمی	۱۰/۸۳۲a	۱٤	۹/ ۸۳۰c
هیبرید	۹/۸۱٦c	۱۸	۱۰/۸۹۲b
		۲۲	۱۱/۳٦۸ a

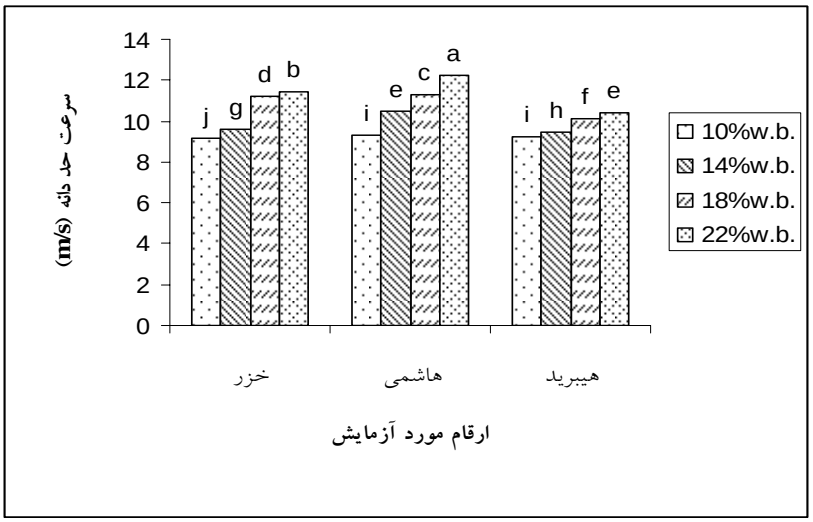
حروف غیر مشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی دار میانگین اثرات (سطح احتمال ۵٪) می‌باشد

این نتیجه با نتایج بررسی های بعمل آمده توسط بسیاری از محققین (Bilanski , *et* Tado, *et al*., 1999 ، Aviara et al., 2005 ، Gupta and Prakash, 1992 ،*al*., 1965 khoshtagaza and Mehdizadeh, 2006) کاملا مطابقت دارد. علت آن این است که با افزایش محتوای رطوبتی دانه، وزن و در نتیجه جرم حجمی آن افزایش می یابد و با توجه به رابطه (۵) سرعت حد دانه زیاد می‌شود.

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و محتوای رطوبتی دانه (شکل۲) نشان داد که درکلیه ارقام با افزایش محتوای رطوبتی دانه از ۱۰ تا w.b. ۲۲٪، افزایش معنی داری در سرعت حد دانه بوجود آمده است. در آزمایشات با رقم خزر با تغییر محتوای رطوبت دانه از ۱۰ تا w.b. ۲۲٪، سرعت حد دانه از ۹/۱۲۸ m/s به ۱۱/٤۳۲ m/s و در آزمایشات با هاشمی از ۹/۳۰۲ m/s به ۱۲/۲٤۵ m/s و در آزمایشات با رقم هیبرید از ۹/۲٤۵ m/s به ۱۰/٤۲۷ m/s تغییر معنی داری داشته است. بعبارت دیگرتغییرات سرعت حد در ارقام خزر، هاشمی و هیبرید بترتیب ۲۱٪، ۲٤٪ و ۱۱/۳٤٪ بوده است.

معادله خط رگرسیون خطی سرعت حد(V_t) برحسب محتوای رطوبتی دانه در ارقام مختلف برنج مورد آزمایش بشرح زیر است:

رقم خزر	$R^2 = 0.909$	$V_t = 0.856\ M + 8.201$
رقم هاشمی	$R^2 = 0.995$	$V_t = 0.966\ M + 8.417$
رقم هیبرید	$R^2 = 0.949$	$V_t = 0.423\ M + 8.759$



شکل ۲ – نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و رطوبت بر سرعت حد دانه

با مقایسه ضریب تبیین (R^2) مربوط به معادلات رگرسیون در ارقام مختلف، مشاهده می‌گردد که معادله رگرسیون خطی سرعت حد مربوط به رقم هاشمی از بیشترین ضریب تبیین (۰/۹۹۵= R^2) برخوردار است.

نتیجه‌گیری

۱- سرعت حد دانه در ارقام مورد آزمایش (خزر، هاشمی و هیبرید) کاملا متفاوت می‌باشد. . بطوریکه رقم هاشمی و هیبرید بترتیب از بیشترین (۱۰/۸۳۲ m/s) و کمترین (۹/۸۱٦ m/s) مقدار میانگین سرعت حد دانه برخوردارند.

۲- با تغییر محتوای رطوبت دانه از ۱۰ الی .۲۲w.b٪، میانگین سرعت حد از ۹/۲۲۸ m/s تا ۱۱/۳٦۸ m/s افزایش معنی‌داری داشته است.

۳- بیشترین مقدار میانگین سرعت حد (۱۲/۲٤٥ m/s)در آزمایشاتی که با رقم هاشمی با محتوای رطوبتی .w.b ۲۲٪ و کمترین مقدار آن(۹/۱۲۸ m/s) در حالتی بدست آمده است که آزمایشات با رقم خزر با محتوای رطوبتی .w.b ۱۰٪ انجام شده است.

٤ – تغییرات سرعت حد دانه برحسب محتوای رطوبتی از ۱۰ الی .w.b ۲۲ ٪ در ارقام مورد آزمایش خطی با ضریب تبیین (R^2) بیش از ۰/۹۰می‌باشد بطوریکه بیشترین مقدار(۰/۹۹٥ = R^2) به رقم هاشمی اختصاص دارد.

فهرست منابع

۱- شمس آبادی، ح. ۱۳۸۰. بررسی ویژگیهای آئرودینامیکی محصولات ذرت، جو و عدس. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. شماره٤، ٥٥-٤١.

2- Aviara, N. A., Mamman and Umar, B. 2005. Some physical properties of Balanites aegyptiaca nuts. Biosistems Engineering, 92(3): 325-334

3- Bilanski, W. K., Collins, S. H. and Chu, P. 1962. AerodynamicProperties of seed grains. Agricultural Engineering 43(4):216-219.

4- Bilanski, W. K. and Lal, R.1965. Behavior of threshed materials in a Vertical wind tune Transactions of ASAE, 8(3): 411-413.

5- Dutta, S. K., Nema, V.k., and Bhardway. 1988. Physical properties of gram. Journal of Agricultural Engineering Research. 39, 259-268

6- 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

7- Jain, R. K. and S. Bal. 1997. Properties of Pearl Millet. Journal of Agricultural Engineering Research, 66, 85-91

8- Joshi, D. C., Das, S. K. and Mukhherejee, R. K. 1993. Physical properties of pumpkin seeds. Journal of Agricultural Engineering Research, 54, 219-229

9- 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

10- Mohsenin, N. N. 1978. Physical Properties of Plant and Animal Meterials, Structure, Physical characteristis and Mechanical properties, Gordon and Breach science publishers. 742, P.

11- Suthar, S. H. and Das, S. K. 1996. Some physical properties of Karingda Seeds. Journal of Agricultural Engineering Research, 65(1): 15-22

12- 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 grain terminal velocity in some rice common varieties

Abstract

The terminal velocity of grain is one of aerodynamic properties of grain that is applied at designing of machineries related for transporting and separating of mixture from material. At this study, this parameter was calculated and analyzed theoretically respect to grain moisture content for three common paddy rice varieties including Hashemi, Khazar and Hibrid. The levels of moisture content were 12, 15, 18, %21 (w.b.). The results of this research revealed that Hashemi and Hybrid varieties have the highest (10.882 m/s) and lowest (9.816 m/s) of mean value of terminal velocity, respectively. With increasing of the grain moisture content from 10 to % 22 w.b., mean value of grain terminal velocity has been increased from 9.228 m/s to 11.336 m/s. The highest mean value of terminal velocity (12.245 m/s) was obtained in conditions that tests were accomplished with Hashemi variety and grain moisture content % 22 (w.b.). The lowest value (9128 m/s) was obtained in conditions that tests were accomplished with Khazarr variety and the grain moisture content %10 (w.b.).

Keywords: Terminal velocity, Paddy rice, Aerodynamical properties, Reynolds number, Moisture content