بررسی خواص آیرودینامیکی محصول سویا

احسان مرزبان، هاشم صمدی، ایمان محمدی، محمدهاشم رحمتی

چکیده:

در این مطالعه سرعت حد و ضریب دراگ سه رقم از محصولات سویا با عنوان های ***سحر*** ، DPX ***و ویلیامز*** به عنوان تابعی از محتوای رطوبتی ارقام در بازه ٤٪ تا ۲۰٪ مورد مطالعه قرار گرفت .در این راستا ابتدا رابطه سرعت حد و ضریب دراگ با محتوای رطوبتی به صورت تئوری فرموله شده و سپس عملا در دستگاه خشک کن بستر سیال مورد آزمایش و بررسی قرار گرفت.پارامترهای فیزیکی موثر بر سرعت حد و ضریب دراگ با استفاده از روشهای استاندارد اندازه گیری گردید.که در نتیجه با تغییر محتوای رطوبتی سه واریته ***سحر*** ، DPX ***و ویلیامز*** در بازه ٤٪ تا ۲۰٪ ، سرعت حد هر یک از سه واریته به ترتیب از 4/42 به ۵/۱ ، ۵/۱۲ به ۵ /۹٤ و ٤/۷۱ به ۵/۵ متر بر ثانیه افزایش یافت، در حالیکه در همین محدوده رطوبتی ، ضریب دراگ سه رقم ***سحر***، DPX ***و ویلیامز*** به ترتیب از۰/٤۵ به ۰/۳۸۹ ، ۰/۵۳ به ۰/٤۵۲ و ۰/۵۱۲ به ۰/٤٤٤ کاهش یافت .رسم نمودار های سرعت حد و ضریب دراگ نسبت به محتوای رطوبتی ، نشان داد که هر دوی آنها با سرعت حد رابطه خطی داشته ولی با افزایش محتوای رطوبتی سرعت حد افزایش و ضریب دراگ کاهش یافت

واژه های کلیدی : سویا ، سرعت حد ، ضریب دراگ ، نیروی دراگ ، نیروی بالا بر ، خشک کن بستر سیال

مقدمه

لوبیا روغنی (سویا) با نام علمی *گلایسین ماکس* (Glycin max.Merril) گیاهی است یکساله، از تیره نخود که بصورت بوته ای استوار و نسبتا پر شاخ و برگ رشد می کند . سویا یا سوژا حدود ٤۰ گونه دارد که به صورت بوته‌های در هم پیچیده دیده می‌شوند و در منطقه آسیا و استرالیا پراکنده‌اند . درباره منشأ سویا دیدگاه‌های متفاوتی وجود دارد . برخی اعتقاد دارند که منشأ آن شمال شرقی چین است و برخی دیگر معتقدند که شرق آفریقا و استرالیا موطن اصلی این گیاه است . یک نظریه جدید استرالیا را به عنوان مرکز محتمل پراکندگی ، برای تمام منطقه اقیانوس آرام ، از جمله چین می‌داند و اعتقاد دارد پرندگان مهاجر ناقل بذر آن بوده‌اند.

سویا از طریق چین در کشورهای همسایه(کره و ژاپن)، جنوب شرقی آسیا و سرانجام در اطراف جهان پراکنده شد . این دانه‌روغنی به عنوان یک محصول بومی تا آغاز این قرن که آمریکا آن را به یک محصول تجارتی عمده تبدیل کرد در انحصار آسیا باقی ماند .

لوبیا روغنی(Soybean) که در ایران آن را با نام سویا می شناسند، ارزش غذایی زیادی دارد و در صنایع غذایی زیادی از آن استفاده می‌شود ، از روغن آن در ساخت محصول صنعتی بهره‌برداری می‌شود واز کنجاله سویا نیز در تغذیه دام‌ها استفاده می شود سویا گیاهی است که بالاترین سطح زیرکشت و تولید دانه‌های روغنی و پروتیینی را در جهان به خود اختصاص داده است ، که به طلای زرد گیاهی شهرت دارد.

بر اساس گزارش فائو سطح زیرکشت سویای جهان در سال ۲۰۰٦ حدود ۷۹٤۱۰٤۹۵ هکتار بوده است . همچنین در سال زراعی ۱۳۸۵ سطح زیرکشت سویا در ایران حدود ۷٤٤٦۱ هکتار بوده که از نظر پراکنش جغرافیایی این محصول، بیش از ۹۰ درصد از اراضی زیرکشت سویا در استان‌های مازندران و گلستان قرار دارد.

در موقع عمل آوری محصولات کشاورزی، هوا اغلب به عنوان واسطه حمل و نقل بکار می رود . حمل و نقل و پاک کردن محصولات کشاورزی توسط هوا از خیلی وقت پیش شناخته شده بود . در هنگام فراوری محصولات کشاورزی ، خواص آیرودینامیکی نقش مهمی ایفا می کنند و شناخت آنها در طراحی بهینه و مناسب تجهیزات ، ضروری و لازم است .

در دسترس بودن اطلاعاتی در مورد خواص فیزیکی وآیرودینامیکی دانه لوبیا روغنی برای طراحی وتجهیزات لازم برای تمیز کردن، درجه بندی، بوجاری، جداکردن وخارج کردن روغن لازم است . از جمله خواص آیرودینامیکی ، سرعت حد و نیروی انتقال (دراگ) است که برای طراحی سیستم انتقال دهنده توسط هوا وتجهیزات فراوری و جدا کننده بذر و مواد ناخالص ، ضروری است . خصوصیات فیزیکی لازم برای محاسبه سرعت حد و ضریب انتقال (دراگ) ، عبارتند ازجرم ، حجم ،ابعاد هندسی می باشند(Sahay & Singh, 1994).

سرعت هوای بزرگتر از سرعت حد، مواد را بلند کرده واجازه می دهد مواد بزرگتر سقوط کرده و مواد سبکتر از محفظه خارج شوند(۱۹۸۰، Mohsenin).

دراکثر تحقیقات انجام شده روی دانه ها، سرعت حد، معمولابا افزایش محتوای رطوبتی بصورت خطی افزایش می یابد. در مورد فندق، با افزایش محتوای رطوبتی از ۲/۷۷٪ تا ۱۹/۹۸٪ ، سرعت حد از ۷/۲۲m/s تا ۸/٥٤ m/s افزایش یافت (Aydin, 2002; Demir & Akinci, 2004) . در سال ۲۰۰۵ ، Nimkar, Mandwe & Dudhe با تحقیق روی محصول نخود ، به این نتیجه دست یافتند که افزایش محتوای رطوبتی از ۷/۳۳٪ تا ۳۳/۵۷٪، سبب افزایش سرعت حد از ۹/۲m/s تا ۱۱/۷ m/s افزایش می شود . در سال ۲۰۰٤، Paksoy & Aydin روی اثرات محتوای رطوبتی بر خواص فیزیکی دانه های کدو مطالعه کردند،آنها مشاهده کردند با افزایش محتوای رطوبتی از٦/٤٪ تا ۵۲/۹٪، سرعت حد از ۵/۰۲m/s تا ٦/۵۷ m/s افزایش یافت . درسال ۲۰۰٦، Kashaninejad,

Mortazavi,Safekordi, Tabil اثر محتوای رطوبتی دانه را بر روی خواص فزیکی مغز پسته مطالعه کردند . این محقیقن به این نتیجه دست یافتند که با افزایش محتوای رطوبتی از ٤/١ تا ٣٨/١، سرعت حد از m/s ٦/٤٥ تا m/s ٧/٣٢ افزایش یافت . Calısır و همکاران در سال ٢٠٠٥ متوجه شدند وقتی که محتویات رطوبتی از ٪٥ تا ٪ ٢٢/٥ افزایش می یابد سرعت حد برای ارزن از m/s ٢/٧٥ تا m/s ٤/٣٦ افزایش می یابد. Gezer و همکاران در سال ٢٠٠٣ مشاهده کردند که سرعت حد برای هسته زرد آلو بیشتر از هسته ی آلبالو است . Kachru And Rai در سال ١٩٩٣ گزارش دادند که سرعت حد برای بادام زمینی شامل چندین هسته بیشتر از بادام زمینی شامل یک هسته است . Joshi وهمکاران در سال ١٩٩٣ گزارش دادند که برای دانه کدو از واریته های مختلف ، سرعت آن رابطه ی خطی با محتویات رطوبتی دارد.

مواد وروش ها:

ارقام سویا مورد استفاده در این تحقیق عبارت بودند از ***ارقام سحر، ویلیامز،*** DPX و رطوبت بذر سویا نیز در پنج سطح رطوبتی مورد مطالعه قرار گرفت که درصد این رطوبت ها عبارتند از ٤٪، ٨٪، ١٢٪، ١٦٪، ٢٠٪ و به منظور تجزیه و تحلیل آماری نتایج بدست آمده از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار و نرم افزارهای آماری Excel و Spss استفاده شد .

دستگاه مورد استفاده برای تعیین سرعت حد وضریب دراگ شامل یک خشکن بستر سیال سیکل بسته ساخته شده در دانشکاه پردیس علوم کشاورزی ومنابع طبیعی گرگان است . در این خشک کن یک سیستم رطوبت گیر هوا (کندانسور، اواپریتور و کمپرسور) و یک سیستم رطوبت دهنده هوا جهت ثابت نگه داشتن یا تغییر رطوبت هوای در حال جریان در سیکل بسته آن با درصد مورد نظر کاربرتعبیه شده است بطوریکه پس از تنظیم دستگاه بر روی دما و رطوبت مشخص ، هوای محیط که توسط فن کشیده می شود از داخل سیستم رطوبت گیر و رطوبت دهنده عبور کرده و رطوبت آن به رطوبت مشخص شده تغییر می یابد سپس هوا توسط چند المنت گرم شده و به دمای مورد نظر جهت خشک کردن سویا می رسد . کندانسور این دستگاه از نوع معمولی (کندانسور یخچال) است. این دستگاه همچنین شامل سنسور رطوبت سنج به مدل US-503B واز یک سنسور دمابه مدل MANT برای کنترل دما و رطوبت جریان هوا استفاده شده بود . این دستگاه شامل یک لوله انتقال دهنده بذر به طول ١١٠ و قطر ٦٠ سانتیمتر می باشد که دانه ها پس از قرار گرفتی در ورودی لوله و تغییر سرعت هوا با تغییر دور دمنده،٨٠٪ آنها در ارتفاع ٢٠ سانتیمتری به مدت ٣٠ ثانیه معلق می مانند تا سرعت حد آن ها محاسبه شود . برای اندازه گیری سرعت حد سیال از سنسور اندازه گیری سرعت (ANEMOMETER) مدل AM-4216 استفاده شده بود.

(۲

۱)

شکل-۱. ۱)خشکن بستر سیال مورد استفاده در آزمایش ، ۲) دما سنج و رطوبت سنج دیجیتال ، ۳) سرعت سنج (ANEMOMETER)

نمونه برداری:

شیوه نمونه برداری به این صورت بودکه ابتدا ۲kg از هر یک از ۳ واریته سویا انتخاب، سپس دانه ها توسط الک غربال و دانه های سالم از دانه های شکسته و نابالغ جدا شده بودند و از مرحله بعد ۱۰۰ عدد نمونه که همگن بودند از میان هر یک از ۳ واریته برای انجام ازمایش به صورت تصادفی انتخاب شده بودند .

۱-آزمایش تاثیر محتوای رطوبتی دانه های سویا بر روی سرعت حد:

سرعت حد دانه های سویا در رطوبت های مختلف، (٪4 تا ٪20) با استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی که قبلا توضیح داده شده اندازه گیری شد . برای انجام هر آزمایش مقدار مناسبی از نمونه حدود ۵۰ عدد دانه سویا به داخل لوله انتقال دهنده انتقال داده شد . هوا نیز توسط فن به سمت بالا به جریان در می آید تا اکثر دانه ها را به مدت 30 ثانیه معلق نگه دارد.نرخ جریان هوا با تغییر فرکانس پمپ قابل تغییر است تا دانه های بیشتری در حالت معلق قرار گیرند و به منظور کاهش خطای ایجاد شده محتوای رطوبتی و دمای سیال توسط سنسورهای رطوبت سنج و سنسور دما کنترل شدند. دمای آزمایش در دمای محیط ۲۵ درجه و رطوبت ٪۴۵ سیال هوا انجام شده بود . سپس ، برای بدست آوردن سرعت حد از دستگاه سرعت سنج با اندازه گیری سرعت جریان هوا در هنگام معلق بودن دانه ها استفاده گردید . این آزمایش برای کاهش خطا ۵ بار تکرار شد و سپس میانگین آن ها محاسبه گردید .

۲-ضریب دراگ

وقتی ماده ای در جریانی از هوا قرار می گیرد دو نیروی F_D و F_L به ماده وارد می شود، که F_D نیروی درگ یا کشش (انتقال) و F_h نیروی بلند کننده است . سپس برایند آن ها F_r می باشد (Sahay & Singh ،۱۹۹٤) که فرمول نیروهای فوق به شرح ذیل است:

$C_d = f($عدد رینولدز ،موقعیت ، زبری سطح و شکل$)$

$C_L = f($عدد رینولدز ،موقعیت ، زبری سطح و شکل$)$

$$F_D = f_1(A_p, \rho_f, g, E, V)$$

$$F_L - f_2(A_p, \rho_f, g, E, V)$$

با استفاده از روش آنالیز ابعادی داریم:

$$F_D = C_D A_p \frac{\rho_f V^2}{2}$$

$$F_L = C_L A_p \frac{\rho_f V^2}{2}$$

که در آن:

C_D = ضریب درگ (انتقال)

C_L = ضریب بلندکنندگی (بالابر)

A_p = سطح مقطع موثر

ρ_f = جرم ظاهری مخصوص سیال (هوا)

نهایتا نیروی F_R به صورت زیر بیان می شود:

$$F_R = C A_p \frac{\rho_f V^2}{2}$$

و در آن:

C = ضریب درگ (انتقال) کل

در شرایط سقوط آزاد، ذره به یک سرعت ثابت V_t می رسد که در این حالت نیروی گرانش F_g برابر نیروی مقاوم بالا برنده F_r است .

$$F_g = F_r \qquad \text{و} \qquad v = v_t$$

با برابر قرار دادن $F_g = F_r$ سرعت حد و ضریب درگ (انتقال) به صورت زیر بیان می شود:

$$m_p \rho_p g \left[\frac{\rho_p - \rho_f}{\rho_p}\right] = {}^1/_2 \, C A_p \rho_f v^2{}_t$$

$$v_t{}^2 = \frac{2W_p \left(\rho_p - \rho_f\right)}{\rho_p \rho_f A_p C}$$

در نتیجه:

$$C = \frac{2W_p \left(\rho_p - \rho_f\right)}{v_t{}^2 \rho_p \rho_f A_p}$$

$$A_p = \left(\frac{\pi}{4}\right) L_1 L_2$$

L_1 و L_2 دو قطر اصلی سطح مقطع موثر بذر هستند. سرعت حد V_t در معادله بالا از طریق آزمایش بدست می آید و ضریب دراگ (انتقال) کلی از رابطه ی بالا با داشتن سرعت حد V_t بدست می آید.

چگالی جرمی بذر(ρ_p) در رطوبت های مختلف، با استفاده از روش جابه جایی اندازه گیری شده است(Das & Gupta ،۱۹۹۷). ابتدا نمونه ها با ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند و سپس حجم نمونه ها را در بورت با دقت ۰/۰۵ CC اندازه گیری شدند. جرم مخصوص ظاهری از تقسیم جرم بر حجم محاسبه شد. که برای گونه های ***سحر***، Dpx و ***ولیامز*** به ترتیب ۳۹۸، ٤٦٠ و ٤٠٠ بدست آمد.(شکل- ۲)

شکل- ۲

A_p مساحت سطح مقطع موثر بذر با استفاده از معادله بالا تخمین زده می شود و L_1 و L_2 با میکرومتر با دقت ۰/۰۱ میلیمتر اندازه گیری شد که در نتیجه برای گونه های ***سحر***، DPX ***و ولیامز*** به ترتیب برابر ۳۱×۱۰^{-۶}، $۱۰^{-۶} \times$ ٤۲ و $۱۰^{-۶} \times$ ۳۷/۷ متر مکعب بدست آمد. مقدار چگالی هوا در دمای محیط ۲۵ درجه ۱/۱٦۹ $\frac{kg}{m^3}$ بوده است (ون وایلن و همکاران).

تاثیر محتویات رطوبتی و انواع گونه های مختلف بذر روی سرعت متوسط حد وضریب دراگ (انتقال) کلی بذر مورد آزمایش قرار گرفت. که نتیجه آن در این مقاله ارائه داده شده است.

نتیجه وبحث:

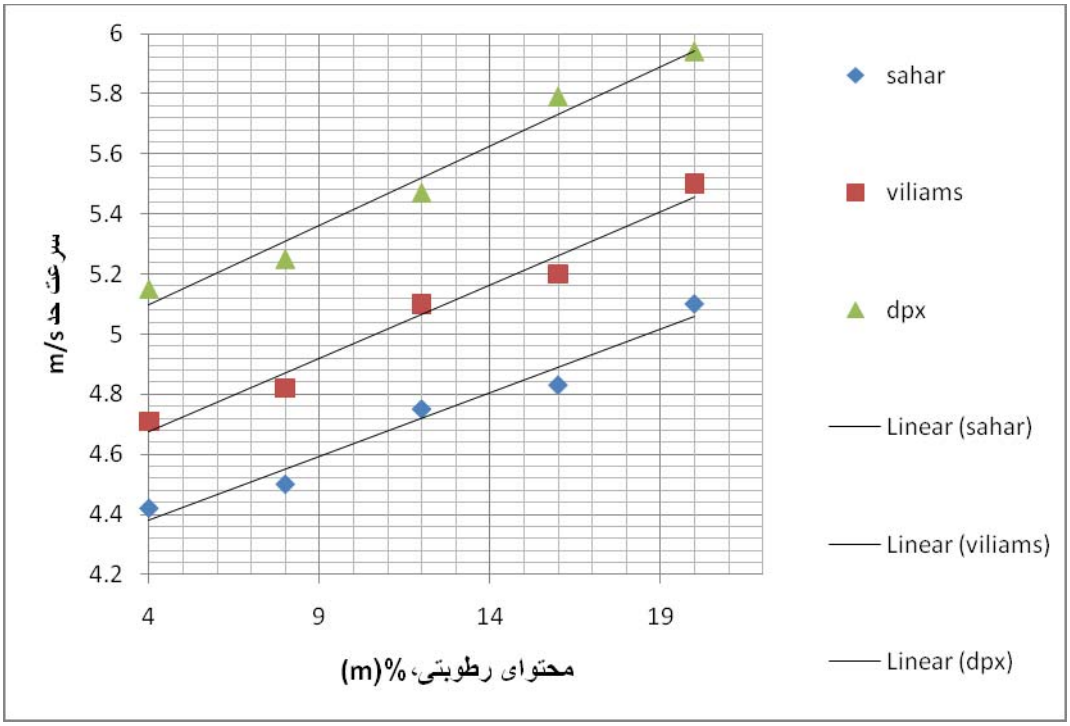
سرعت حد برای گونه های ***سحر*** ، DPX ***و ولیامز*** زمانی که محتوای رطوبتی نمونه های سویا از ٤٪ به ۲۰ ٪ رسید به ترتیب از 4/42 به ۵/۱ ، ۵/۱۲ به ٤/۹٤ ۵ و ٤/۷۱ به ۵/۵ متر بر ثانیه افزایش یافت، که در جدول زیر نیز نشان داده شده است .

رطوبت / سرعت / حد m/s	٤٪	۸٪	۱۲٪	۱٦٪
سحر	۵/1	٤/83	٤/75	٤/5	٤/42
Dpx	5/94	5/79	5/47	5/25	5/12
ولیامز	5/5	5/2	5/06	4/82	4/71

در محتویات سرعت حد رقم DPX ٤٪تا ۲۰ ٪ بیشتر از دو رقم دیگر بود.

این تفاوت سرعت حد می تواند ناشی از ویژگی های اختصاصی ارقام وشرایط متفاوت محیطی و رشد ارقام مختلف باشد.

تغییر سرعت حد با تغییر محتوای رطوبتی، برای ۳ گونه از بذر ***سحر***، DPX ***و ولیامز*** با ضریب همبستگی طبق فرمولهای زیر بدست آمد .و نمودار آن در شکل زیر نشان داده شده است.



سحر :

$R^2 = 0/96$ $v_t = 0/042\ m + 4/21$

ویلیامز :

$R^2 = 0/97$ $v_t = 0/049\ m + 4/47$

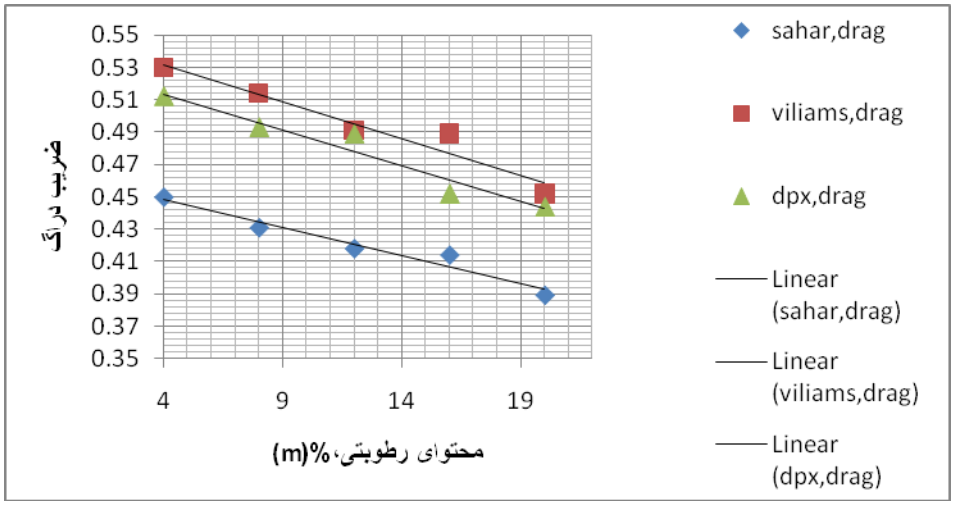
: DPX $R^2 = 0.97$

$v_t = 0/053\ m + 4/88$

تغییرات ضریب دراگ با تغییر محتویات رطوبتی برای سه رقم محصول سویا با فورمولهای ارائه شده محاسبه گردید که در جدول صفحه بعد ارائه شده است.

رطوبت ضریب دراگ	٤٪	٨٪	١٢٪	١٦٪
سحر	0/414	0/418	0/431	0/45 0/389
Dpx	0/452	0/489	0/493	0/512 0/444
ولیامز	0/489	0/491	0/514	0/53 0/452

با توجه به محاسبات انجام شده، ضریب دراگ برای تمام ارقام با افزایش محتویات رطوبتی از ٤٪تا٢٠٪،کاهش می یابد.که در ادامه نیز نمودار آن همراه با ضریب همبستگی ارائه شده است.



سحر : $C = -0/003m + 0/462$ $R^2 = 0/955$

ویلیامز : $C = -0/004m + 0/54$ $R^2 = 0/939$

dpx : $C = -0/004m + 0/531$ $R^2 = 0/939$

مقدار ضریب دراگ برای رقم دیلیامز در محدودیت ٪۲۰-٪ ٤ بیشتر از دو گونه دیگر بود که این اختلاف ممکن است به علت تفاوت شکل واندازه ارقام متفاوت بذراست.

نتیجه گیری:

ضریب دراگ وسرعت حد هر سه رقم رابطه خطی با محتوای رطوبتی داشتند، با افزایش محتوای رطوبتی سرعت حد هر سه رقم به صورت خطی افزایش و ضریب دراگ هر سه گونه به صورت خطی کاهش یافت .در این مطالعه در واقع با تغییر محتوای رطوبتی ، چگالی و وزن ارقام تغییر کرده واز آنجاییکه اختلاف چگالی بین ارقام با سیال موثر ترین پارامتر بر سرعت حد تشخیص داده شد می توان گفت که هر رقم را می توان بر حسب چگالی منتقل یا سورت کرد.

سرعت حد برای ارقام ***سحر*** ، DPX ***و ولیامز*** زمانی که محتوای رطوبتی نمونه های سویا از ٪٤ به ٪ ۲۰ رسید به ترتیب از 4/42 به ۵/۱ ،۵/۱۲ به ٥/٩٤ و ٤/٧١ به ۵/۵ متر بر ثانیه افزایش یافت.

در محدوده رطوبتی از ٪۲۰-٪٤ ضریب دراگ *سحر*،DPX *و ولیامز* به ترتیب از۰/٤٥ به ۰/۳۸۹ ، ۰/۵۳ به ۰/٤۵۲ و ۰/۵۱۲ به ۰/٤٤٤ کاهش یافت.

سرعت رقم DPX از دورقم دیگر در محتویات رطوبتی ٪۲۰-٪٤ بیشتر بود.

ضریب دراگ رقم *ویلیامز* از دورقم دیگر در محتویات رطوبتی ٪۲۰-٪٤ بیشتر بود.

قدر دانی

بدین وسیله محققین قدردانی خود را نسبت به گروه مهندسی مکانیک ماشین های کشاورزی و مهندسی صنایع غذایی دانشکده پردیس دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان اعلام می دارند،همچنین از ضحمات وهمکاری جناب آقای دکترابراهیم اسماعیل زاده ،دکتر عباس رضایی اصل و دکترجعفری سپاسگذاری می شود.

منابع

محمد رضا خواجه پور- گیاهان صنعتی.اصفهان:جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان،۱۳۸۳.

ت جورج سیتکی؛مترجم تیمور توکلی هشتجین. مکانیک محصولات کشاورزی -تهران:خدمات فرهنگی سالکان،۱۳۸۲.

زونتاک،بورگنات،ون وایلن؛ترجمه ی ملک زاده،کاشانی حصار،معتمدی.مبانی ترمودینامیک کلاسیک.چاپ شانزدهم.

Wen-Ching Yang (1998).FLUIDIZATION, SOLIDS HANDLING, AND PROCESSING Industrial Applications ,98-18924.

Gupta, R. K., & Das, S. K. (1997). Physical properties of sunflower seeds. Journal of Agricultural Engineering Research, 66, 1–8.

Mohsenin, N. N. (1980). Physical properties of plant and animal materials. New York: Gordon and Breach Science Publishers.

M. Shafiur Rahman (2009). Food Properties Handbook ,Second Edition. Taylor & Francis Group, LLC, Boca Raton, FL 33487-2742.

Shepherd, H., & Bhardwaj, R. K. (1986). Moisture dependent physical properties of pigeon pea. Journal of Agricultural Engineering Research, 35, 259–268.

Sahay, K. M., & Singh, K. K. (1994). Unit operations of agricultural processing. New Delhi: Vikas Publishing House.

Baryeh, E. A. (2002). Physical properties of millet. Journal of Food Engineering, 51, 39–46.

Aydin, C. (۲۰۰۲). Physical properties of hazel nuts. Engineering, 82, 297–303.

Aydin, C. (2003). Physical properties of almond nut and kernel. Journal of Food Engineering, 60, 315–320.

Jordan, R. B., & Clark, C. J. (2004). Sorting of kiwifruit for quality using drop velocity in water. ASAE, 47 (6), 1991–1998.

I.G.currie(2003).Fundamental Mechanics of Fluids . Third Edition. University of Toronto Toronto, Ontario, Canada.

Watanabe, Yanuar, K. and Udagawa, H. (1999). “Drag reduction of Newtonian fluids in a circular pipe with
a highly-repellent wall.” J. Fluid Mechanics, Vol. 381, PP. 225.