

تعیین برخی خواص فیزیکی سه رقم شلتوک در رطوبت‌های مختلف

عزت اله عسکری اصلی ارده^{1*}، سمانه شجاعی²، صدیقه شکرپیگی²

1- استادیار مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

2- دانشجویان کارشناسی ارشد رشته مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی

(تاریخ دریافت: 87/11/7 تاریخ پذیرش: 88/8/11)

چکیده

مشخصات فیزیکی محصولات کشاورزی به منظور طراحی بهینه ماشین‌های فرآوری، کاشت و برداشت و همچنین به منظور کاهش تلفات و حفظ کیفیت محصولات طی عملیات برداشت از اهمیت فراوانی برخوردار می‌باشند. در این تحقیق برخی خصوصیات فیزیکی سه رقم متداول برنج (ارقام خزر، هاشمی و هیبرید) شامل ابعاد اصلی، قطر هندسی، قطر حسابی، ضریب کرویت، سطح و حجم دانه‌ها، وزن هزار دانه، چگالی ظاهری، حجم واقعی، چگالی واقعی، زاویه شیب طبیعی و زاویه استقرار در چهارسطح رطوبتی 10، 14، 18 و 22 w.b. (از رطوبت برداشت تا رطوبت نگهداری) تعیین و اثر محتوای رطوبت محصول بر آنها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش محتوای رطوبت محصول ابعاد اصلی، قطر هندسی، قطر حسابی، ضریب کرویت، سطح و حجم دانه‌ها، وزن هزار دانه، چگالی ظاهری، چگالی واقعی و زاویه شیب طبیعی به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد در حالیکه حجم واقعی کاهش می‌یابد. همچنین با افزایش محتوای رطوبت محصول زاویه استقرار به طور معنی‌داری افزایش یافت. در تمام سطوح رطوبتی مورد مطالعه در بین سطوح تماس بیشترین میانگین زاویه استقرار در هر سه رقم، به سطح تماس ورق سیاه و کمترین میانگین زاویه استقرار در ارقام خزر و هیبرید به سطح تماس ورق روغنی و در رقم هاشمی به سطح تماس ورق گالوانیزه اختصاص داشت.

کلید واژگان: خواص فیزیکی، شلتوک، ابعاد اصلی، چگالی ظاهری، چگالی واقعی، زاویه شیب طبیعی و زاویه استقرار

1- مقدمه

مشخصات فیزیکی محصولات کشاورزی در طراحی بهینه ماشین‌های فرآوری، کاشت و برداشت مورد استفاده قرار می‌گیرند و همچنین در کاهش تلفات و حفظ کیفیت محصولات طی عملیات برداشت از اهمیت خاصی برخوردارند. از جمله مهمترین این خواص می‌توان به خواصی از قبیل، طول، عرض، ارتفاع، سطح، حجم، وزن هزار دانه، چگالی ظاهری، چگالی واقعی، درصد تخلخل، ضریب اصطکاک استاتیکی و زاویه شیب طبیعی اشاره کرد. به عنوان مثال، اندازه ابعاد دانه محصولات در تعیین اندازه سوراخ الک‌ها در فرایندهای 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 مدل‌سازی غلات

غلات از مهمترین محصولات غذایی در دنیا محسوب می‌شوند. برنج گیاهی است که در سطح بسیار وسیعی از زمینهای زراعی کشورهای مختلف جهان کشت می‌شود. امروزه در میان غلات ترکیبات غذای برنجی، غذای اصلی شمار زیادی از مردم شده است. تولید برنج در جهان از سال 1990 تا سال 2004 از 520 میلیون تن به 605 میلیون تن رسیده است و این در حالیست که در ایران تولید برنج از سال 1980 تا سال 2004 از 1/3 میلیون تن به 3/4 میلیون تن افزایش یافته است [1]. بنا به آمار سال زراعی 1385-1386 سطح زیر کشت برنج در ایران 639 هزار و 574 هکتار می‌باشد [2]. میزان بازار پسندی برنج و سایر محصولات کشاورزی بستگی به کیفیت فیزیکی آنها پس از فرآوری دارد.

* مسئول مکاتبات: azzataskari@yahoo.com

دانه‌ها به طور دستی تمیز شدند تا هرگونه مواد خارجی از قبیل سنگ‌ریزه، گاه و کلش و بذره‌های شکسته و نارس از آنها جدا شود. رطوبت اولیه دانه‌ها بوسیله دستگاه رطوبت سنج دیجیتالی مدل (GMK-303) تعیین گردید. رطوبت اولیه ارقام به ترتیب 14/2، 10/6 و 10/2 w.b. بدست آمد. به منظور تامین سطوح رطوبتی مورد نیاز (10، 14، 18 و 22w.b.)، ابتدا با استفاده از فرمول‌های زیر مقدار آب مقطر مورد نیاز برای تامین محتوای رطوبتی دانه‌ها محاسبه و به دانه‌ها اضافه و با آنها کاملاً مخلوط گردید [7]:

(1)

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

(2)

$$w_f - w_i = w_w$$

که در آنها:

$$w_i = \text{وزن محصول با رطوبت اولیه (gr)}$$

$$w_f = \text{وزن محصول با رطوبت نهایی (gr)}$$

$$w_w = \text{وزن آب اضافه شده به محصول (gr)}$$

$$m_i = \text{درصد رطوبت اولیه بر پایه تر}$$

$$m_f = \text{درصد رطوبت نهایی بر پایه تر}$$

سپس دانه‌ها به مقدار 200 گرم، در کیسه‌های پلاستیکی ریخته و دهانه آنها کاملاً مسدود شد و به مدت دو روز در یخچال در دمای 10 درجه سانتیگراد قرار داده شدند تا به سطوح رطوبتی مطلوب و یکنواخت برسند [3]. مدتی قبل از شروع آزمایشات به منظور هم دما شدن نمونه‌ها با محیط آزمایش، نمونه‌ها از یخچال خارج شده و در محیط آزمایش قرار می‌گرفت.

2-1- ابعاد، کرویت، سطح، حجم، قطر

هندسی و قطر حسابی

به منظور تعیین ابعاد، کرویت، سطح، حجم، قطر هندسی و قطر حسابی، به طور تصادفی 50 عدد دانه سالم از هر رقم در سطوح رطوبتی مختلف انتخاب شد و سپس طول (L)، عرض (W) و ضخامت (t) آنها بوسیله کولیس دیجیتالی با دقت 0/01 میلی‌متر تعیین گردید. قطر هندسی (D_g)، قطر

برای خشک کردن محصول مورد نیاز است، استفاده کرد. چگالی ظاهری دانه‌ها در محاسبه خواص گرمایی در زمینه انتقال حرارت و نیز عدد رینولدز در انتقال پنوماتیکی مواد و در جداسازی ناخالصیها از محصول اصلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقاومت توده دانه در برابر جریان هوا نیز، تابعی از تخلخل و اندازه ابعاد می‌باشد [3]. حجم و چگالی محصولات اهمیت فراوانی در فرآیندهای مختلف از جمله خشک کردن، انبار کردن، طراحی سیلواها و ارزیابی کیفیت محصولات دارد [4].

در مورد تعیین خواص فیزیکی محصولات کشاورزی تحقیقات فراوانی انجام شده است. از جمله ردی و چاکراورتی (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 در محتوای رطوبتی 7/19 تا 28/28(d.b.) تعیین و بررسی کردند [3]. آنها دریافتند با افزایش محتوای رطوبت دانه، وزن هزار دانه، چگالی ظاهری و زاویه شیب طبیعی افزایش ولی چگالی واقعی و درصد تخلخل، کاهش می‌یابد. قاسمی و همکاران¹ (2007) برخی از خواص فیزیکی 2 رقم شلتوک (سازندگی و سرخه) را در محتوای رطوبتی (d.b.) 10% تعیین کرده‌اند [5]. آل محسنه و راباباه (2007) نیز برخی از خصوصیات فیزیکی دانه‌های گندم سبز را در محتوای رطوبتی 9/3 تا 41/5 (w.b.)% تعیین و اثر محتوای رطوبت محصول را بر آن مورد بررسی قرار دادند [6]. نتایج آزمایشات آن‌ها نشان داد که با افزایش محتوای رطوبت محصول خصوصیات از قبیل ابعاد اصلی، سطح، حجم و ضریب اصطکاک افزایش می‌یابد در حالیکه چگالی ظاهری، چگالی واقعی و درصد تخلخل کاهش می‌یابد.

در این تحقیق برخی از خصوصیات فیزیکی سه رقم شلتوک (خزر، هاشمی و هیبرید) در 4 سطح رطوبتی (10، 14، 18 و 22 w.b.) تعیین و اثر عوامل مستقل رطوبت و رقم بر روی آنها مورد بررسی قرار گرفته است.

2- مواد و روش‌ها

دانه‌های شلتوک مورد استفاده در این آزمایشات از ارقام متداول کشت شده در استان گیلان (خزر، هاشمی و هیبرید) از موسسه تحقیقات برنج کشور در استان گیلان تهیه گردید.

1. Gaseini et al., 2007

سطح آن خارج شده بدون اینکه دانه‌ها فشرده شوند. سپس ظرف محتوی دانه توسط یک ترازوی دیجیتالی با دقت 0/01 گرم وزن و چگالی ظاهری طبق فرمول زیر محاسبه گردید:

(9)

$$r_b = \frac{m}{V}$$

که در آن:

 M = جرم دانه‌ها (kg) V = حجم ظرف (m^3)

معمولاً حجم و چگالی واقعی دانه‌ها با استفاده از روش جایجایی مایع (تولون) تعیین می‌شوند. در این آزمایش از پیکنومتر برای اندازه‌گیری حجم واقعی دانه‌ها استفاده شد. سپس با استفاده از فرمول‌های زیر حجم و چگالی واقعی دانه‌ها محاسبه گردید [8].

(10)

$$V_t = \frac{(M_{tp} - M_p) - (M_{pts} - M_{ps})}{r_t}$$

(11)

$$r_s = \frac{M_{ps} - M_p}{V_t}$$

که در آنها:

 V_t = حجم جسم جامد (cm^3) M_{tp} = وزن تولون و پیکنومتر (gr) M_p = وزن پیکنومتر (gr) M_{pts} = وزن تولون، پیکنومتر و جسم (gr) M_{ps} = وزن پیکنومتر و جسم (gr) r_t = چگالی تولون (0.78 gr/cm^3) r_s = چگالی جسم جامد (gr/cm^3)

حسابی (D_a) و ضریب کرویت (f) دانه‌ها در سطوح رطوبتی مختلف طبق روابط زیر محاسبه شدند [8].

(3)

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

(4)

$$D_a = \frac{L+W+t}{3}$$

(5)

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

سطح (S) و حجم (V) دانه‌ها نیز با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید [9].

(6)

$$S = \frac{p.B.L^2}{2L-B}$$

(7)

$$V = 0.25 \left[\left(\frac{p}{6} \right) L(W+t) \right]^2$$

(8)

$$B = (W.t)^{\frac{1}{2}}$$

وزن هزار دانه

برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه نمونه‌های 100 تایی از ارقام مختلف شلتوک در 4 سطح رطوبتی جدا شده و در 5 تکرار، وزن آنها با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت 0/01 گرم اندازه‌گیری شد.

2-2- 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 15 سانتیمتری از سطح استوانه به داخل آن ریخته شدند. ریزش بذرها از ارتفاع 15 سانتیمتری یک اثر ضربه‌ای در ظرف ایجاد می‌کند که باعث ته نشین شدن دانه‌ها در ظرف می‌شود که این حالت مشابه شرایطی است که در انبارها در طی ذخیره و انبارکردن برای محصول ایجاد می‌شود [10]. پس از پر شدن ظرف، با استفاده از یک سطح صاف دانه‌های اضافی از

2-3- زاویه استقرار

زاویه استقرار دانه‌های شلتوک بر روی چهار سطح شامل ورق سیاه، ورق روغنی، ورق گالوانیزه و ورق آلومینیوم و در چهار سطح رطوبتی و در پنج تکرار تعیین گردید.

در این آزمایشات دانه‌ها در یک ظرف استوانه‌ای بدون سر و انتها با قطر 50 mm و ارتفاع 50 mm ریخته شد و بر روی یک صفحه با زاویه قابل تنظیم قرار گرفت [11]. استوانه به اندازه چند میلیمتر (3-1 میلیمتر) بالا برده شد تا با سطح آزمایشی تماس نداشته باشد. زاویه تمایل سطح توسط یک

3- نتایج و بحث

خلاصه نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری خواص فیزیکی ارقام مختلف دانه در جدول (1) ارائه شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر رطوبت بر طول، عرض، ضخامت، ضریب کرویت، قطر هندسی، قطر حسابی، سطح، حجم، وزن هزار دانه، چگالی ظاهری، حجم واقعی، چگالی واقعی و زاویه شیب طبیعی در سطح احتمال 1% معنی‌دار می‌باشد. همچنین اثر رقم بر پارامترهای ذکر شده به استثنای ضخامت در سطح احتمال 1% معنی‌دار می‌باشد. نتایج همچنین نشان داد که اثر متقابل رطوبت در رقم بر، ضخامت، حجم، وزن هزار دانه، چگالی ظاهری، حجم واقعی و چگالی واقعی در سطح احتمال 1% و بر طول، زاویه شیب طبیعی، ضریب کرویت، قطر هندسی و سطح دانه در سطح احتمال 5% معنی‌دار می‌باشد. اثر متقابل رطوبت در رقم بر عرض، ضخامت و قطر حسابی معنی‌دار نمی‌باشد. جدول (2) خلاصه نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به اندازه‌گیری زاویه استقرار را نشان می‌دهد.

با توجه به نتایج بدست آمده اثر عوامل اصلی رطوبت، رقم، سطح تماس و اثر متقابل دو گانه رطوبت در رقم، رطوبت در سطح تماس و رقم در سطح تماس بر زاویه استقرار معنی‌دار می‌باشد (سطح احتمال 1%). همچنین اثر متقابل سه گانه رطوبت در رقم در سطح تماس بر زاویه استقرار در سطح احتمال 5% معنی‌دار می‌باشد. علت این واقعیه این است که کیفیت سطوح تماس و همچنین کیفیت سطوح دانه‌ها در ارقام مختلف، متفاوت می‌باشد. علاوه بر این با افزایش رطوبت به علت افزایش نیروی چسبندگی زاویه استقرار افزایش می‌یابد [8].

3-1- ابعاد اصلی

میانگین ابعاد اصلی دانه شامل طول (L)، عرض (W) و ضخامت (t) و قطر هندسی (D_p)، قطر حسابی (D_a) بر حسب (mm) و ضریب کرویت (f) و همچنین سطح (mm^2) و حجم دانه‌های (mm^3) ارقام مختلف شلتوک در 4 سطح رطوبتی 10 تا 22% w.b. در جدول (3) نشان داده شده است.

فلکه به تدریج افزایش داده شد تا اینکه استوانه شروع به سر خوردن کند. در این حالت زاویه سطح شیب دار توسط یک زاویه‌سنج دیجیتال با دقت 0/1 درجه اندازه‌گیری می‌شد. شکل زیر نمایی از دستگاه اندازه‌گیری زاویه استقرار را نشان می‌دهد.



شکل 1 دستگاه اندازه‌گیری زاویه استقرار

2-4- زاویه شیب طبیعی

زاویه شیب طبیعی زاویه ایست که توده دانه با سطح افق می‌سازد. برای اندازه‌گیری آن از یک استوانه بدون سر و ته با قطر و ارتفاع به ترتیب 15 و 25 cm اندازه‌گیری استفاده شد [9]. استوانه در مرکز یک صفحه مدور قرار گرفته و از دانه‌های شلتوک پر می‌شد. سپس استوانه مذکور به آرامی در امتداد قائم بالا آورده می‌شد تا توده دانه بشکل یک مخروط در آید. هر آزمایش در 5 تکرار انجام می‌شد. در این حالت قطر و ارتفاع مخروط ایجاد شده توسط یک گونیا و کولیس اندازه‌گیری می‌شد و زاویه (q زاویه شیب طبیعی) با استفاده از رابطه زیر استخراج می‌گردید [8]:

(12)

$$q = \arctan\left(\frac{2H}{D}\right)$$

که در آن:

H = ارتفاع مخروط (mm)

D = قطر مخروط (mm)

2-5- آنالیز داده‌ها

اجرای آزمون‌ها در قالب بلوکهای کامل تصادفی انجام گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از طرح فاکتوریل 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 افزار MSTATC انجام شد.

جدول 1 نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به برخی خواص فیزیکی دانه برخی ارقام

منابع تغییرات						عوامل وابسته
رطوبت × رقم		رقم		رطوبت		
مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	
2/2730*	0/438	254/067**	48/905	9/4002**	2/005	طول (mm)
1/4390 ^{ns}	0/021	127/3886**	1/844	50/0295**	0/813	عرض (mm)
0/9321 ^{ns}	0/062	2/9946 ^{ns}	0/200	12/1097**	0/811	ضخامت (mm)
0/01*	2/8476	27/5338**	0/004	19/9927**	0/003	ضریب کروی
2/2085**	0/024	341/2649**	3/714	97/736**	1/150	قطر هندسی (mm)
1/4426 ^{ns}	0/039	347/873**	9/305	37/710**	1/028	قطر حسابی (mm)
2/1966**	11/087	360/4087**	1819/093	81/4111**	427/22	سطح (mm ²)
2/8962*	13/892	327/3037**	1569/983	92/2538**	475/25	حجم (mm ³)
55/5385**	6/017	1082**	117/217	635/5775**	125/350	وزن هزار دانه (gr)
25/9920**	0/0001	330/2564**	0/006	206/3506**	0/007	چگالی ظاهری (gr/cm ³)
147/5738**	0/553	7238/0843**	27/120	1867/8016**	9/900	حجم واقعی (cm ³)
275/5625**	0/006	1928**	0/120	15519**	0/046	چگالی واقعی (gr/cm ³)
		11132		4100		
2/2241*	6/246	14/2611**	40/047	79/5242**	171/089	زاویه شیب طبیعی (°)

** معنی دار در سطح احتمال 1%، * معنی دار در سطح احتمال 5% و ns عدم اثر معنی دار

جدول 2 نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به زاویه استقرار

منابع تغییرات		مقدار F
میانگین مربعات		
رطوبت		140/0973**
رقم		35/9263**
رطوبت × رقم		8/5235**
سطح		1486/9856**
رطوبت × سطح		3/4266**
رقم × سطح		49/7261**
رطوبت × رقم × سطح		2/3340*

** معنی دار در سطح احتمال 1%، * معنی دار در سطح احتمال 5%

جدول 3 مقایسه میانگین برخی از خواص فیزیکی ارقام مختلف شلتوک در سطوح رطوبتی مورد آزمایش (%)

عوامل	خزر				هاشمی				هیبرید			
	22	18	14	10	22	18	14	10	22	18	14	10
طول (mm)	10/665a	10/495ab	10/468b	10/443b	10/314b	10/302b	9/944c	10/343b	9/540de	9/537de	9/415e	10/343b
عرض (mm)	2/520a	2/469b	2/447b	2/304ef	2/391c	2/361cd	2/273efg	2/441b	2/264fg	2/253g	2/165h	2/441b
ضخامت (mm)	2/062a	1/985b	1/988b	1/895d	1/992b	1/899d	1/863e	2/002a	1/905d	1/861e	1/840e	2/002a
قطر هندسی (mm)	3/810a	3/717b	3/705b	3/570d	3/66c	3/586d	3/476ef	3/696bc	3/45fg	3/419g	3/345h	3/696bc
قطر حسابی (mm)	5/082a	4/983b	4/967b	4/881cd	4/854d	4/693e	4/693e	4/928bc	4/569fg	4/55g	4/472h	4/854d
ضریب کروی	0/358d	0/354f	0/354f	0/342i	0/355e	0/348h	0/35g	0/358d	0/362b	0/359c	0/356e	0/358d
سطح (mm ²)	42/748a	40/796b	40/539b	38/088d	39/545c	38/201d	35/849e	40/209bc	34/918f	34/383f	33/005g	39/545c
حجم (mm ³)	29/351a	27/293b	26/992b	24/156d	25/99c	24/533d	22/319ef	26/771bc	21/746fg	21/168g	19/798h	25/99c

حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار میانگین اثرات در سطح احتمال 5% می باشد.

دانه‌ها با افزایش محتوای رطوبت محصول می‌باشد. بیشترین میانگین سطح و حجم دانه‌ها به رقم خزر در محتوای رطوبتی 22 w.b.% اختصاص دارد و مقادیر آنها بترتیب mm^2 42/478 و mm^3 29/351 می‌باشد. این نتیجه با نتایج بدست توسط ال‌محسنه و راباباه (2007) مطابقت دارد [6].

3-4- چگالی ظاهری

نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان می‌دهد که در تمامی ارقام با افزایش محتوای رطوبت محصول، چگالی ظاهری به طور معنی‌داری افزایش یافته است. افزایش چگالی ظاهری دانه‌های شلتوک با افزایش محتوای رطوبت محصول نشان می‌دهد که تغییر جرم نمونه‌ها با افزایش رطوبت نسبت به تغییر حجم آنها بیشتر می‌باشد. بیشترین میانگین چگالی ظاهری به رقم هاشمی در سطح رطوبتی 22 w.b.% (0/597) اختصاص دارد. این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط ردی و چاکراورتی (2004) مطابقت دارد [3]. معادلات زیر ارتباط بین محتوای رطوبت محصول و چگالی ظاهری را به ترتیب برای ارقام خزر، هاشمی و هیبرید نشان می‌دهد.

3-5- حجم و چگالی واقعی

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین نشان می‌دهند که در تمامی ارقام با افزایش رطوبت، حجم واقعی به طور معنی‌داری کاهش و چگالی واقعی به طور معنی‌داری افزایش یافته است (سطح احتمال 5%). بیشترین میانگین حجم و چگالی واقعی در بین ارقام به ترتیب به رقم هیبرید در سطح رطوبتی 10w.b.% ($19/349\text{cm}^3$) و رقم هاشمی در سطح رطوبتی 22 w.b.% ($1/318\text{gr/cm}^3$) اختصاص دارد.

3-6- زاویه استقرار و زاویه شیب طبیعی

نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که در تمامی ارقام بر روی کلیه سطوح تماس با افزایش محتوای رطوبت محصول زاویه استقرار به طور معنی‌داری افزایش یافته است. علت این واقعه این است که بر روی کلیه سطوح تماس با افزایش رطوبت نیروی چسبندگی افزایش یافته، در نتیجه زاویه استقرار افزایش می‌یابد. بیشترین میانگین زاویه استقرار به رقم هاشمی در محتوای رطوبت 22 w.b.% در تماس با ورق سیاه (27/22) درجه اختصاص دارد.

در تمامی ارقام با افزایش محتوای رطوبت محصول زاویه شیب طبیعی به طور معنی‌داری افزایش یافته است. علت این واقعه افزایش نیروی چسبندگی بین دانه‌ها با افزایش محتوای

اشکال (2)، (3) و (4) تاثیر رطوبت را بر ابعاد اصلی دانه در ارقام مختلف شلتوک نشان می‌دهد.

نتایج مقایسه میانگین (جدول 3) نشان می‌دهد که در تمامی ارقام با افزایش محتوای رطوبت محصول از 10 تا 22% بر پایه تر ابعاد افزایش یافته است. دلیل افزایش ابعاد با افزایش محتوای رطوبت محصول جذب آب بوسیله دانه‌ها می‌باشد. این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط ردی و چاکراورتی (2004) در تعیین خصوصیات فیزیکی دانه‌های برنج [3] و همچنین کاشانی نژاد و رضاگه (2007) در تعیین خواص فیزیکی دانه‌های گلرنگ مطابقت دارد [12]. بیشترین میانگین طول، عرض و ضخامت دانه به رقم خزر در سطح رطوبتی 22 w.b.% اختصاص دارد و مقادیر میانگین آنها بترتیب برابر 10/443، 2/304 و 1/895mm می‌باشد. کمترین میانگین طول، عرض و ضخامت دانه به رقم هیبرید در سطح رطوبتی 10 w.b.% اختصاص دارد و میانگین آنها بترتیب برابر 2/165، 9/415 و 1/840mm می‌باشد.

3-2- ضریب کرویت، قطر هندسی و قطر

حسابی

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین که در تمام ارقام با افزایش رطوبت محصول ضریب کرویت افزایش یافته است (جدول 3). این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط ردی و چاکراورتی (2004)، کاشانی نژاد و رضاگه (2007) و نیز ال‌محسنه و راباباه (2007) مطابقت دارد [3، 12، 6]. بیشترین میانگین ضریب کرویت به رقم هیبرید در سطح رطوبتی 22 w.b.% (0/365) اختصاص دارد.

نتایج همچنین نشان می‌دهد (شکل‌های 6 و 7) که با افزایش رطوبت قطر هندسی و قطر حسابی به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. این نتیجه نیز با نتایج بدست آمده توسط کاشانی نژاد و رضاگه (2007) و نیز ال‌محسنه و راباباه (2007) مطابقت دارد [6، 12]. همانطوریکه مشاهده گردید، بیشترین میانگین قطر هندسی و قطر حسابی به رقم خزر در رطوبت 22 w.b.% اختصاص دارد و مقادیر آنها به ترتیب برابر 3/810 و 5/082 mm می‌باشد.

3-3- سطح و حجم

نتایج مقایسه میانگین این دو عامل نشان می‌دهد که در تمامی ارقام با افزایش محتوای رطوبت محصول سطح و حجم دانه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافته است. دلیل این امر افزایش ابعاد

روغنی و در رقم هاشمی به سطح تماس ورق گالوانیزه اختصاص داشت.

5- منابع

- [1] FAOSTAT., 2005. Rice production. Available from <<http://faostat.fao.org>>.
- [2] Statistic of Jahad- Keshvarsi Ministry. 2008. Available from <Http://www.inn.ir/newsdetail.aspx?id=1876>
- [3] Reddy, B.S., Chakraverty, A. 2004. Physical properties of raw and parboiled paddy. Biosystems Engineering. 88(4): 461-466.
- [4] Tavakoli – Hashjin, T. 2002. Agricultural productions mechanic (translated in persian). Salechan publications. 558 p.
- [5] Ghasemi Varnamkhashti, M., Mobli, H., Jafari, A., Keyhani, A.R., Heidari Soltanabadi, Rafiee, S. and Kheiralipour, K. 2008. Some physical properties of rough rice (*Oryza Sativa L.*) grain. Journal of Cereal Science. 47: 496-501.
- [6] AL-Mahasneh, M.A., Rababah, T.M. 2007. Effect of moisture content on some engineering properties of green wheat. Journal of Food Engineering. 79: 1467-1473.
- [7] Stroshine, R., 1994. Physical properties of agricultural materials and food products, Purdue University West Lafayette, Indiana.
- [8] Mohsenin, N.N. 1986. physical properties of plant and animals. Secend Edition. New york: Gordon and Breach science publisher. USA.
- [9] Jain, R.K., Bal, S. 1977. Properties of pear millet. Journal of Agricultural Engineering Research. 66: 85-91.
- [10] Razavi, S.M.A., Milani, E. 2006. Some Physical Properties of the Watermelon seeds. African Journal of Agricultural Research. 1(3): 65-69
- [11] Coskoner, Y., Karbaba, E. 2006. Physical properties of coriander seed (*Corianderum Sativum L.*). Journal of Food Engineering. (80): 408-416.
- [12] Kashaninejad, M., Rezaghah, M. 2007. Effect of moisture content on some engineering properties of two varieties of sunflower seed. International Agricultural Engineering Journal. 16(3-4): 97-113.

رطوبت محصول می‌باشد. این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط ردی و چاکراورتی (2004)، المحسنه و راباباه (2007) و همچنین کاشانی نژاد و رضاگاه (2007) مطابقت دارد [12]، 6، 3]. با توجه به نتایج بیشترین میانگین زاویه شیب طبیعی (37/496) درجه در بین ارقام به رقم هاشمی در سطح رطوبتی 22 w.b.% و کمترین میانگین (27/628) درجه به رقم خزر در سطح رطوبتی 10 w.b.% اختصاص دارد.

3-7- وزن هزار دانه

جدول (3) تغییرات وزن هزار دانه ارقام مختلف شلتوک را با افزایش محتوای رطوبت محصول نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که در تمام ارقام با افزایش محتوای رطوبت محصول، وزن هزار دانه به طور معنی‌داری افزایش یافته است. دلیل این امر جذب آب بوسیله دانه‌های شلتوک در رطوبت‌های بالاتر می‌باشد این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط ردی و چاکراورتی (2004) و نیز المحسنه و راباباه (2007) مطابقت دارد [6]، 3]. بیشترین میانگین وزن هزار دانه در بین ارقام به رقم هاشمی در سطح رطوبتی 22 w.b.% (33 gr) و کمترین میانگین به رقم هیبرید در سطح رطوبتی 10 w.b.% (22/4 gr) اختصاص دارد.

4- نتیجه گیری

- 1 - تمام خصوصیات فیزیکی دانه‌های شلتوک به محتوای رطوبت محصول بستگی دارند.
- 2 - با افزایش محتوای رطوبت محصول خصوصیات از قبیل ابعاد اصلی، قطر هندسی، قطر حسابی، ضریب کرویت، سطح و حجم دانه‌ها، وزن هزار دانه، چگالی ظاهری، چگالی واقعی و زاویه شیب طبیعی هر سه رقم شلتوک به طور معنی‌داری افزایش یافت.
- 3 - با افزایش محتوای رطوبت محصول حجم واقعی به طور معنی‌داری کاهش یافت.
- 4 - با افزایش محتوای رطوبت محصول زاویه استقرار به طور معنی‌داری افزایش یافت. در تمام سطوح رطوبتی مورد مطالعه در بین سطوح تماس، بیشترین میانگین زاویه استقرار در هر سه رقم مورد مطالعه به سطح تماس ورق سیاه و کمترین میانگین زاویه استقرار در ارقام خزر و هیبرید به سطح تماس ورق

Determination of some mechanical properties of three paddy varieties in different moisture levels

Askari Asli-Ardeh, E. ^{1*}, Shojaei, S. ², shakarbeygi, S. ²

1. Assistant Professor, Department of Agricultural Machinery, College of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

2. M.S. Student, Department of Agricultural Machinery, College of Agriculture, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

(Received:87/11/7 Accepted:88/8/11)

Physical properties of agricultural crops are important to design of milling, planting and harvesting machines and also for reducing losses and safe quality of crops along to post harvest stage. In this study, some physical properties of three common varieties paddy rice (i. e. Khazar, Hashemy and Hybrid) including of main dimensions, geometric diameter, mathematical diameter, sphericity, area volume. weight of thousand grains, bulk density, true density, true volume, true density, angle of repose and external friction angle were determined at four level of moisture content(10, 14, 18, 22% w. b.). Then effect of grain moisture content was investigated on them. Results showed that with increasing of moisture content of grain, main dimensions, geometric diameter, mathematical diameter, sphericity, area, volume, weight of thousand grains, bulk density and angle of repose were increased significantly ($p < 1\%$) While true volume was decreased. Also external friction angle was decreased respect to increasing moisture content of grain. At all grain moisture content levels and contact surfaces, the most external friction angle allocated to black sheet. The lowest external friction angle at Khazar and Hybrid allocated to mild contact surface. Also the lowest of this factor at Hashemy variety, obtained for galvanized contact sheet.

Key word:Physical properties, paddy, main dimensions, bulk density, true density, angle of repose, external friction angle

* Corresponding author E-mail address: ezzataaskari@yahoo.co.uk