Archive of SID

تعیین برخی خواص فیزیکی سه رقم شلتوک در رطوبت‌های مختلف

عزت اله عسکری اصلی اردہ [1*]، سمانه شجاعی [2]، صدیقه شکربیگی [2]

۱- استادیار مکانیک ماشینهای کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

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

(تاریخ دریافت:۸۷/۱۱/۷ تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۱۱)

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. دراین 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 ۱۰، ۱٤، ۱۸ و ۲۲٪ 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

۱- مقدمه

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 ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۰٤ از ۵۲۰ میلیون تن به ٦۰۵ میلیون تن رسیده است و این در حالیست که در ایران تولید برنج از سال ۱۹۸۰ تا سال ۲۰۰٤ از ۱/۳ میلیون تن به ۳/٤ میلیون تن افزایش یافته است [۱]. بنا به آمار سال زراعی ۱۳۸٦-۱۳۸۵ سطح زیر کشت برنج در ایران ٦۳۹ هزار و ۵۷٤ هکتار می باشد [۲]. میزان بازار پسندی برنج و سایر محصولات کشاورزی بستگی به کیفیت فیزیکی آنها پس از فرآوری دارد.

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 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 مدل‌سازی غلات

* مسئول مکاتبات: azzataskari@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

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 [۳]. حجم و چگالی محصولات اهمیت فراوانی در فرآیندهای مختلف از جمله خشک کردن، انبار کردن، طراحی سیلوها و ارزیابی کیفیت محصولات دارد [٤].

در مورد تعیین خواص فیزیکی محصولات کشاورزی تحقیقات فراوانی انجام شده است.. از جمله ردی و چاکراورتی(۲۰۰٤) 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 ۷/۱۹ تا ۲۸/۲۸٪(d.b.) تعیین و بررسی کردند [۳]. 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 همکاران[1] (۲۰۰۷) برخی از خواص فیزیکی ۲ رقم شلتوک (سازندگی و سرخه) را در محتوای رطوبتی(d.b.) ۱۰٪ تعیین کرده‌اند [۵]. آل محسنه و راباباه(۲۰۰۷) نیز برخی ازخصوصیات فیزیکی دانه‌های گندم سبز را در محتوای رطوبتی ۹/۳ تا (w.b.) ٤۱/۵ ٪ تعیین و اثر محتوای رطوبت محصول را بر آن مورد بررسی قرار دادند [٦]. نتایج آزمایشات آن‌ها نشان داد که با افزایش محتوای رطوبت محصول خصوصیاتی 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 ٤ سطح رطوبتی(۱۰، ۱٤، ۱۸ و۲۲ w.b.٪) تعیین و اثر عوامل مستقل رطوبت و رقم بر روی آنها مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- 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. دانه‌ها به طور دستی تمیز شدند تا هرگونه مواد خارجی از قبیل سنگ‌ریزه، کاه و کلش و بذرهای 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 ۱٤/۲، ۱۰/٦ و ۱۰/۲ w.b.٪ بدست آمد. به منظور تامین سطوح رطوبتی مورد نیاز (۱۰، ۱٤، ۱۸ و ۲۲w.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 [۷]:

(۱)
$$w_i\left(1-\frac{m_i}{100}\right)=w_f\left(1-\frac{m_f}{100}\right)$$

(۲)
$$w_f-w_I=w_W$$

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

سپس دانه‌ها به مقدار۲۰۰ گرم، در کیسه‌های پلاستیکی ریخته و دهانه آنها کاملا مسدود شد و به مدت دو روز در یخچال در دمای ۱۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند تا به سطوح رطوبتی مطلوب و یکنواخت برسند [۳]. 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.

۲- ۱- ابعاد، کرویت، سطح، حجم، قطر هندسی و قطر حسابی

به منظور تعیین ابعاد، کرویت، سطح، حجم، قطر هندسی و قطر حسابی، به طور تصادفی ۵۰ 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 ۰/۰۱ میلیمتر تعیین گردید. قطر هندسی (D_g)، قطر

1. Gasemi *et al.*, 2007

www.SID.ir

Archive of SID

حسابی (D_a) و ضریب کرویت (f) دانه‌ها در سطوح رطوبتی مختلف طبق روابط زیر محاسبه شدند [۸].

(۳)

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

(٤)

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

(٥)

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

سطح(S) و حجم(V) دانه‌ها نیز با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید [۹] .

(٦)

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

(۷)

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

(۸)

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

وزن هزار دانه

برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه نمونه‌های ۱۰۰ تایی از ارقام مختلف شلتوک در ٤ سطح رطوبتی جدا شده و در ۵ تکرار، وزن آنها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد.

۲- ۲- 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 [۱۰]. پس از پر شدن ظرف، با استفاده از یک سطح صاف 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:

(۹)

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

که در آن:

M= جرم دانه‌ها(kg)

V= حجم ظرف(m^3)

معمولاً حجم و چگالی واقعی دانه‌ها با استفاده از روش جابجایی مایع (تولوئن) 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 [۸].

(۱۰)

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

(۱۱)

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

که در آنها:

V_t = حجم جسم جامد (cm^3)

M_{tp} = وزن تولئون و پیکنومتر(gr)

M_p = وزن پیکنومتر(gr)

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

M_{ps} = وزن پیکنومتر و جسم (gr)

r_t = چگالی تولوئن (۰/۷۸ gr/cm^3)

r_s = چگالی جسم جامد (gr/cm^3)

۲- ۳- 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 قطر۵۰ mm و ارتفاع ۵۰ mm ریخته شد و بر روی یک صفحه با زاویه قابل تنظیم قرار گرفت [۱۱] . استوانه به اندازه چند میلیمتر (۳-۱ میلیمتر) بالا برده شد تا با سطح آزمایشی تماس نداشته باشد. زاویه تمایل سطح توسط یک

www.SID.ir

Archive of SID

فلکه به تدریج افزایش داده شد تا اینکه استوانه شروع به سر خوردن کند. در این حالت زاویه سطح شیب دار توسط یک زاویه‌سنج دیجیتالی با دقت ۰/۱ درجه اندازه گیری می‌شد. شکل زیر نمایی از دستگاه اندازه‌گیری زاویه استقرار را نشان می دهد.

شکل ۱ دستگاه اندازه‌گیری زاویه استقرار

۲- ٤- زاویه شیب طبیعی

زاویه شیب طبیعی زاویه ایست که توده دانه با سطح افق می-سازد. برای اندازگیری آن از یک استوانه بدون سر و ته با قطر و ارتفاع بترتیب ۱۵ و ۲۵ cm اندازه‌گیری استفاده شد [۹]. استوانه در مرکز یک صفحه مدور قرار گرفته واز دانه‌های شلتوک پر می‌شد. سپس استوانه مذکور به آرامی در امتداد قائم بالا آورده می شد تا توده دانه بشکل یک مخروط در آیند. هر آزمایش در ۵ تکرار انجام می‌شد. در این حالت قطر و ارتفاع مخروط ایجاد شده توسط یک گونیا و کولیس اندازه‌گیری می شد و زا ویه q(زاویه شیب طبیعی) با استفاده از رابطه زیر استخراج می گردید [۸]:

(۱۲)

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

که در آن:

H = ارتفاع مخروط (mm)

D = قطر مخروط (mm)

۲- ۵- آنالیز داده‌ها

اجرای آزمونها در قالب بلوکهای کامل تصادفی انجام گرفت. برای تجزیه و تحلیل داده ها 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 افزارMSTATC انجام شد.

۳- نتایج و بحث

خلاصه نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری خواص فیزیکی ارقام مختلف دانه در جدول(۱) ارائه شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها 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 ۱٪ معنی‌دار می‌باشد. همچنین اثر رقم بر پارامترهای ذکر شده به استثنای ضخامت در سطح احتمال ۱٪ 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 ۱٪ و بر طول، زاویه شیب طبیعی، ضریب کرویت، قطر هندسی و سطح دانه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار می‌باشد. اثر متقابل رطوبت در رقم بر عرض، ضخامت و قطر حسابی معنی‌دار نمی‌باشد. جدول (۲) 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 ۱٪). همچنین اثر متقابل سه گانه رطوبت در رقم در سطح تماس بر زاویه استقرار در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار می‌باشد. علت این واقعه 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 [۸].

۳- ۱- ابعاد اصلی

میانگین ابعاد اصلی دانه شامل طول (L)، عرض(W) و ضخامت (t) و قطر هندسی (D_g)، 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 ٤ سطح رطوبتی ۱۰ تا ۲۲٪ w.b. در جدول (۳) نشان داده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

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

عوامل وابسته	منابع تغییرات					
	رطوبت		رقم		رطوبت × رقم	
	میانگین مربعات	مقدارF	میانگین مربعات	مقدارF	میانگین مربعات	مقدارF
طول(mm)	۲/۰۰۵	۹/۴۰۰۲**	۴۸/۹۰۵	۲۵۴/۰۶۷**	۰/۴۳۸	۲/۲۷۳۰*
عرض(mm)	۰/۸۱۳	۵۰/۰۲۹۵**	۱/۸۴۴	۱۲۷/۳۸۸۶**	۰/۰۲۱	۱/۴۳۹۰ns
ضخامت(mm)	۰/۸۱۱	۱۲/۱۰۹۷**	۰/۲۰۰	۲/۹۹۴۶ns	۰/۰۶۲	۰/۹۳۲۱ns
ضریب کرویت	۰/۰۰۳	۱۹/۹۹۲۷**	۰/۰۰۴	۲۷/۵۳۳۸**	۲/۸۴۷۶	۰/۰۱*
قطر هندسی(mm)	۱/۱۵۰	۹۷/۷۳۶**	۳/۷۱۴	۳۴۱/۲۶۴۹**	۰/۰۲۴	۲/۲۰۸۵**
قطر حسابی(mm)	۱/۰۲۸	۳۷/۷۱۰**	۹/۳۰۵	۳۴۷/۸۷۳**	۰/۰۳۹	۱/۴۴۲۶ns
سطح (mm^2)	۴۲۷/۲۲	۸۱/۴۱۱۱**	۱۸۱۹/۰۹۳	۳۶۰/۴۰۸۷**	۱۱/۰۸۷	۲/۱۹۶۶**
حجم (mm^3)	۴۷۵/۲۵	۹۲/۲۵۳۸**	۱۵۶۹/۹۸۳	۳۲۷/۳۰۳۷**	۱۳/۸۹۲	۲/۸۹۶۲*
وزن هزار دانه(gr)	۱۲۵/۳۵۰	۶۳۵/۵۷۷۵**	۱۱۷/۲۱۷	۱۰۸۲**	۶/۰۱۷	۵۵/۵۳۸۵**
چگالی ظاهری (gr/cm^3)	۰/۰۰۷	۲۰۶/۳۵۰۶**	۰/۰۰۶	۳۳۰/۲۵۶۴**	۰/۰۰۰۱	۲۵/۹۹۲۰**
حجم واقعی (cm^3)	۹/۹۰۰	۱۸۶۷/۸۰۱۶**	۲۷/۱۲۰	۷۲۳۸/۰۸۴۳**	۰/۵۵۳	۱۴۷/۵۷۳۸**
چگالی واقعی (gr/cm^3)	۰/۰۴۶	/۵۵۱۹**	۰/۱۲۰	/۱۹۲۸**	۰/۰۰۶	۲۷۵/۵۶۲۵**
		۴۱۰۰		۱۱۱۳۲		
زاویه شیب طبیعی(°)	۱۷۱/۰۸۹	۷۹/۵۲۴۲**	۴۰/۰۴۷	۱۴/۲۶۱۱**	۶/۲۴۶	۲/۲۲۴۱*

**معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، *معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ns عدم اثر معنی‌دار

جدول۲ نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به زاویه استقرار

منابع تغییرات	میانگین مربعات	مقدار F
رطوبت	۶۰/۴۲۷	۱۴۰/۰۹۷۳**
رقم	۲۰/۹۴۶	۳۵/۹۲۶۳**
رطوبت × رقم	۴/۹۶۹	۸/۵۲۳۵**
سطح	۶۳۷/۷۸۵	۱۴۸۶/۹۸۵۶**
رطوبت ×سطح	۱/۴۷۰	۳/۴۲۶۶**
رقم × سطح	۲۱/۳۲۸	۴۹/۷۲۶۱**
رطوبت ×رقم × سطح	۱/۰۰۱	۲/۳۳۴۰*

**معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، *معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

جدول ۳ مقایسه میانگین برخی از خواص فیزیکی ارقام مختلف شلتوک در سطوح رطوبتی مورد آزمایش(٪)

عوامل	خزر				هاشمی				هیبرید			
	۱۰	۱۴	۱۸	۲۲	۱۰	۱۴	۱۸	۲۲	۱۰	۱۴	۱۸	۲۲
طول(mm)	۱۰/۴۴۳b	۱۰/۴۶۸b	۱۰/۴۹۵ab	۱۰/۶۶۵a	۹/۹۴۴c	۱۰/۳۰۲b	۱۰/۳۱۴b	۱۰/۳۴۳b	۹/۴۱۵e	۹/۵۳۷de	۹/۵۴۰de	۶۳۵d
عرض(mm)	۲/۳۰۴ef	۲/۴۴۷b	۲/۴۶۹b	۲/۵۲۰a	۲/۲۷۳efg	۲/۳۶۱cd	۲/۳۹۱c	۲/۴۴۱b	۲/۱۶۵h	۲/۲۵۳g	۲/۲۶۴fg	۶۱۷de
ضخامت(mm)	۱/۸۹۵d	۱/۹۸۸b	۱/۹۸۵b	۲/۰۶۲a	۱/۸۶۳e	۱/۸۹۹d	۱/۹۹۲b	۲/۰۰۲a	۱/۸۴۰e	۱/۸۶۱e	۱/۹۰۵d	۹۴۲c
قطرهندسی(mm)	۳/۵۷۰d	۳/۷۰۵b	۳/۷۱۷b	۳/۸۱۰a	۳/۴۷۶ef	۳/۵۸۶d	۳/۶۶c	۳/۶۹۶bc	۳/۳۴۵h	۳/۴۱۹g	۳/۴۵fg	۵۱۲e
قطرحسابی(mm)	۴/۸۸۱cd	۴/۹۶۷b	۴/۹۸۳b	۵/۰۸۲a	۴/۶۹۳e	۴/۸۵۴d	۴/۸۹۹cd	۴/۹۲۸bc	۴/۴۷۲h	۴/۵۵g	۴/۵۶۹fg	۱۳۲ef
ضریب کرویت	۰/۳۴۲i	۰/۳۵۴f	۰/۳۵۴f	۰/۳۵۸d	۰/۳۵g	۰/۳۴۸h	۰/۳۵۵e	۰/۳۵۸d	۰/۳۵۶e	۰/۳۵۹c	۰/۳۶۲b	۳۶۴a
سطح (mm^2)	۳۸/۰۸۸d	۴۰/۵۳۹b	۴۰/۷۹۶b	۴۲/۷۴۸a	۳۵/۸۴۹e	۳۸/۲۰۱d	۳۹/۵۴۵c	۴۰/۲۰۹bc	۳۳/۰۰۵g	۳۴/۳۸۳f	۳۴/۹۱۸f	/۰۸۴e
حجم (mm^3)	۲۴/۱۵۶d	۲۶/۹۹۲b	۲۷/۲۹۳b	۲۹/۳۵۱a	۲۲/۳۱۹ef	۲۴/۵۳۳d	۲۵/۹۹c	۲۶/۷۷۱bc	۱۹/۷۹۸h	۲۱/۱۶۸g	۲۱/۷۴۶fg	/۹۰۰e

حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار میانگین اثرات در سطح احتمال ۵٪ می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

اشکال (۲)، (۳) و (٤) تاثیر رطوبت را بر ابعاد اصلی دانه در ارقام مختلف شلتوک نشان می‌دهد.

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان می دهد که در تمامی ارقام با افزایش محتوای رطوبت محصول از ۱۰ تا۲۲٪ 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(۲۰۰٤) در تعیین خصوصیات فیزیکی دانه‌های برنج [۳] و همچنین کاشانی نژاد و رضاگاه(۲۰۰۷) در تعیین خواص فیزیکی دانه-های گلرنگ مطابقت دارد [۱۲]. بیشترین میانگین طول، عرض و ضخامت دانه به رقم خزر در سطح رطوبتی .w.b ۲۲٪ اختصاص دارد و مقادیر میانگین آنها بترتیب برابر ۱۰/٤٤۳، ۲/۳۰٤ و ۱/۸۹۵mm می‌باشد. کمترین میانگین طول، عرض و ضخامت دانه به رقم هیبرید در سطح رطوبتی .w.b ۱۰٪ اختصاص دارد ومیانگین آنها بترتیب برابر۹/٤۱۵، ۲/۱٦۵ و ۱/۸٤۰mm می‌باشد.

۳- ۲- 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 ۳). این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط ردی و چاکراورتی(۲۰۰٤)، کاشانی نژاد و رضاگاه(۲۰۰۷) و نیز ال محسنه و راباباه(۲۰۰۷)مطابقت دارد [٦، ۱۲، ۳]. بیشترین میانگین ضریب کرویت به رقم هیبرید در سطح رطوبتی.w.b ۲۲٪ (۰/۳٦۵) اختصاص دارد.

نتایج همچنین نشان می‌دهد(شکل‌های٦ و ۷) 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 رضاگاه(۲۰۰۷) و نیز ال‌محسنه و راباباه(۲۰۰۷) مطابقت دارد [٦ ، ۱۲]. همانطوریکه مشاهده گردید، بیشترین میانگین قطر هندسی و قطر حسابی به رقم خزر در رطوبت .w.b ۲۲٪ اختصاص دارد و مقادیر آنها به ترتیب برابر ۳/۸۱۰ و mm ۵/۰۸۲ می‌باشد.

۳- ۳- سطح وحجم

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 دانه‌ها با افزایش محتوای رطوبت محصول می‌باشد. بیشترین میانگین سطح و حجم دانه‌ها به رقم خزر در محتوای رطوبتی.w.b ۲۲٪ اختصاص دارد و مقادیر آنها بترتیب mm^2 ٤۲/٤۷۸ و mm^3 ۲۹/۳۵۱ می‌باشد. این نتیجه با نتایج بدست توسط ال‌محسنه و راباباه(۲۰۰۷) مطابقت دارد [٦].

۳- ٤- 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 می-دهد که تغییر جرم نمونه‌ها با افزایش رطوبت نسبت به تغییر حجم آنها بیشتر می‌باشد. بیشترین میانگین چگالی ظاهری به رقم هاشمی در سطح رطوبتی .w.b ۲۲٪ (۰/۵۹۷) اختصاص دارد. این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط ردی و چاکراورتی(۲۰۰٤) مطابقت دارد [۳]. معادلات زیر ارتباط بین محتوای رطوبت محصول و چگالی ظاهری را به ترتیب برای ارقام خزر، هاشمی و هیبرید نشان می‌دهد.

۳- ۵- 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 ۵٪). بیشترین میانگین حجم و چگالی واقعی در بین ارقام به ترتیب به رقم هیبرید در سطح رطوبتی .w.b۱۰٪ (cm^3 ۱۹/۳٤۹) و رقم هاشمی در سطح رطوبتی .w.b ۲۲٪ (gr/cm^3 ۱/۳۱۸) اختصاص دارد.

۳- ٦- 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 .w.b ۲۲٪ در تماس با ورق سیاه(۲۷/۲۲) 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

www.SID.ir

Archive of SID

رطوبت محصول می‌باشد. این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط ردی و چـــاکراورتی(۲۰۰٤)، المحـــسنه و راباب‌ـــاه(۲۰۰۷) و همچنین کاشانی نژاد و رضـاگاه(۲۰۰۷) مطابقـت دارد [۱۲، ٦، ۳]. با توجه به نتـایج بیـشترین میـانگین زاویـه شـیب طبیعـی (۳۷/٤۹٦)درجه در بین ارقام به رقم هاشمی در سطح رطـوبتی ۲۲٪w.b. و کمترین میانگین (۲۷/٦۲۸) درجه به رقم خزر در سطح رطوبتی.w.b ۱۰٪ اختصاص دارد.

۳- ۷- وزن هزار دانه

جدول(۳) 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 اافزایش یافته است. دلیل این امر جذب آب بوسیله دانه‌های شلتوک در رطوبت‌های بالاتر می‌باشد این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط ردی و چاکراورتی(۲۰۰٤) و نیز المحسنه و راباباه (۲۰۰۷) مطابقت دارد [٦، ۳]. بیشترین میانگین وزن هزار دانه در بین ارقام به رقم هاشمی در سطح رطوبتی.w.b ۲۲٪ (۳۳ gr) و کمترین میانگین به رقم هیبرید در سطح رطوبتی.w.b ۱۰٪ (۲۲/٤ gr) اختصاص دارد.

٤- نتیجه‌گیری

۱ - تمام خصوصیات فیزیکی دانه‌های شلتوک به محتوای رطوبت محصول بستگی دارند.

۲ - با افزایش محتوای رطوبت محصول خصوصیاتی 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.

۳ - با افزایش محتوای رطوبت محصول حجم واقعی به طور معنی‌داری کاهش یافت.

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

۵- منابع

[1] FAOSTAT., 2005. Rice production. Available from <http://faostat.fao.org.

[2] Statistic of Jahad- Keshvarsi Minestry. 2008. Available from Http://www.inn.ir/newsdetail.aspx?id=1876

[3] Reddy, B.S., Chakravertty, 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 poblications. 558 p.

[5] Ghasemi Varnamkhasti, 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 (*Coriandrum 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.

www.SID.ir

Archive of SID

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: ezzataskari@yahoo.co.uk

www.SID.ir