

## بررسی تاثیر محتوای رطوبت دانه بر برخی خواص فیزیکی دو رقم شلتوک برنج

عزت‌اله عسکری اصلی‌ارده<sup>1\*</sup>، صدیقه شکرپیگی<sup>2</sup> و سمانه شجاعی<sup>2</sup>

تاریخ دریافت: 88/7/27 تاریخ پذیرش: 90/1/28

1- استادیار دانشگاه محقق اردبیلی

2- دانشجویان کارشناسی ارشد دانشگاه محقق اردبیلی

\* مسئول مکاتبه: E-mail: [ezzataskari@yahoo.co.uk](mailto:ezzataskari@yahoo.co.uk)

### چکیده

تعیین خواص فیزیکی محصولات کشاورزی به منظور طراحی بهینه ماشین‌های فرآوری، کاشت و برداشت از اهمیت زیادی برخوردار است. برخی از خواص فیزیکی دانه‌ها بر کاهش تلفات و حفظ کیفیت آن‌ها طی عملیات برداشت اثر می‌گذارند. در این تحقیق تاثیر محتوای رطوبت دانه بر برخی از خواص فیزیکی دو رقم شلتوک (سپیدرود و بینام) مورد بررسی قرار گرفت. این خواص شامل طول، عرض، ضخامت، قطرهندسی، قطرحسابی، ضریب کرویت، سطح و حجم دانه‌ها، وزن هزاردانه، چگالی ظاهری، حجم واقعی، چگالی واقعی، در چهار سطح رطوبتی 10، 14، 18 و 22 w.b درصد بودند. نتایج نشان داد که با افزایش محتوای رطوبت محصول ابعاد اصلی، قطرهندسی، قطرحسابی، سطح و حجم دانه‌ها، وزن هزاردانه، چگالی ظاهری و چگالی واقعی به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد در حالی که حجم واقعی کاهش می‌یابد. اثر محتوای رطوبت دانه بر ضریب کرویت معنی‌دار نبوده است.

واژه‌های کلیدی: ابعاد اصلی، چگالی ظاهری، چگالی واقعی، خواص فیزیکی، شلتوک

## Investigations of Grain Moisture Content Effect on some Physical

### Properties of two Paddy Grain Varieties

EA Askari Asli-Ardeh<sup>1</sup>, S Shakarbeigi<sup>2</sup> and S Shojaei<sup>2</sup>

Received: 19 October 2009 Accepted: 17 April 2011

<sup>1</sup>Assist Prof of University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

<sup>2</sup>MS Students of University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

\*Corresponding author: [ezzataskari@yahoo.co.uk](mailto:ezzataskari@yahoo.co.uk)

#### Abstract

Determination of physical properties of agricultural products is very important for optimization design of processing, planting and harvesting machines. Physical properties affect on the losses reducing and quality protection of products at going through of postharvesting process. At this study, the effect of grain moisture content on some physical properties of two varieties paddy grains (*Sephidrod and Binam*) was investigated. These properties included length, width, thickness, geometrical diameter, mathematical diameter, sphericity, thousand seed weight, bulk density, true volume and true density. The levels of grain moisture content were 10, 14, 18, 22% (w.b.). The results showed that with increasing of grain moisture content, geometrical diameter, mathematical diameter, area, volume, thousand seed weight, bulk density and true density were increased significantly ( $p < 1\%$ ). But true density was decreased. Also Sphericity no verified significantly.

**Key words:** Bulk density, Main dimensions, Paddy grain, Physical properties, True density,

#### مقدمه

مشکلات مربوط به طراحی ماشین ها و تحلیل رفتار آن ها در هنگام عملیات فرآوری از قبیل جابجایی، پوست کنی، تمیز کردن، جدا سازی، خشک کردن و ذخیره سازی به کار می رود. از مهمترین خصوصیات فیزیکی می توان به طول، عرض، ضخامت، سطح، حجم، ضریب کرویت، وزن هزار دانه، چگالی ظاهری، چگالی واقعی و درصد تخلخل اشاره کرد. به عنوان مثال اندازه گیری ابعاد و شکل در جدا سازی الکترواستاتیک محصول از مواد ناخواسته در ماشین های درجه بندی کیفی محصولات به کار می رود (محسنین، 1986). همچنین در انتخاب الک های جداکننده و تعیین نیروی مورد نیاز

برنج یکی از مهم ترین محصولات غذایی در جهان محسوب می شود و از لحاظ سطح زیر کشت، بعد از گندم قرار دارد. سطح زیر کشت برنج در ایران 615 هزار هکتار برآورد شده است (عسکری اصلی ارده و عباسپور، 2008). تولید آن در ایران از سال 1980 تا سال 2004 از 1/3 میلیون تن به 3/4 میلیون تن افزایش داشته است (فائو، 2005). تعیین خواص فیزیکی محصولات کشاورزی برای طراحی ماشین های فرآوری، کاشت و برداشت و به منظور کاهش تلفات و حفظ کیفیت دارای اهمیت می باشد. همچنین در حل

را در محتوای رطوبتی بین 13/64 تا 21/95 درصد تعیین کردند و نشان دادند که با افزایش محتوای رطوبت دانه، ابعاد اصلی، قطر هندسی، وزن هزار دانه و زاویه شیب طبیعی افزایش و چگالی ظاهری و چگالی واقعی کاهش می‌یابد و کرویت دانه بدون تغییر باقی می‌ماند.

در این تحقیق اثر محتوای رطوبت دانه بر برخی خواص فیزیکی دانه دو رقم برنج در حالت شلتوک (ارقام اسپیدرود و بینام) در چهار سطح رطوبتی 10، 14، 18 و 22w.b. درصد مورد بررسی قرار گرفته است.

### مواد و روش‌ها

دانه‌های شلتوک استفاده شده در این تحقیق ارقام اسپیدرود و بینام بودند که از موسسه تحقیقات برنج کشور در استان گیلان تهیه شدند. دانه‌ها به طور دستی تمیز شدند و هر گونه مواد خارجی از آن‌ها جدا شد. رطوبت اولیه دانه‌ها به وسیله دستگاه رطوبت سنج دیجیتال مدل GMK-303 تعیین شد. رطوبت اولیه دانه در دو رقم اسپیدرود و بینام به ترتیب 10/1 و 10w.b. بود. محتوای رطوبت دانه برنج در موقع برداشت تا تبدیل آن از 23 درصد الی 8 w.b. درصد متغیر می‌باشد (عسکری اصلی ارده و عباسپور گیلانده 2009). از اینرو در این تحقیق برای بررسی تاثیر محتوای رطوبت دانه دو رقم برنج بر خواص فیزیکی آن، از سطوح رطوبتی 10، 14، 18 و 22w.b. استفاده شد. از روابط زیر مقدار آب مقطر مورد نیاز برای اضافه کردن به نمونه‌ها بدست آمد.

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

$$w_w = w_f - w_i \quad [2]$$

که در این روابط:

$$w_i = \text{جرم نمونه دانه با رطوبت اولیه (g)}$$

$$w_f = \text{جرم نمونه دانه با رطوبت نهایی (g)}$$

$$w_w = \text{جرم آب مقطر اضافه شده به دانه‌ها (g)}$$

برای فرآیند آسیاب کردن و نیز در مدلسازی خشک کردن دانه‌ها برای محاسبه‌ی سطح و حجم دانه به کار می‌رود. وزن هزار دانه شلتوک در فرآیند کوبش برای اندازه گیری مواد خارجی و دانه‌های چروکیده و نارس کاربرد دارد. چگالی ظاهری، چگالی واقعی و تخلخل در طراحی قیف‌ها و مخزن‌ها و نسبت گرما و رطوبت منتقل شده در طول جریان خشک کردن و هوا دادن محصول مورد نیاز است. دانه با تخلخل پایین مقاومت بیشتری در برابر خشک کردن دارد که منجر به استفاده از قدرت بیشتر در فن‌های هوا دهی می‌شود (قاسمی ورنامخاستی و همکاران، 2008). برخی از خصوصیات فیزیکی قبلا توسط محققان تعیین شده است. آل محسنه و راباباه (2007) برخی از خصوصیات فیزیکی دانه‌های گندم سبز را در محتوای رطوبت 9/3 تا 41/5 درصد تعیین کردند. نتایج کار آن‌ها نشان داد که با افزایش محتوای رطوبت محصول ابعاد اصلی، مساحت سطح، حجم و ضریب اصطکاک استاتیکی افزایش می‌یابد و چگالی ظاهری، چگالی واقعی و تخلخل کاهش یافت. خیرعلی پور و همکاران (2008) در بررسی خواص فیزیکی یک رقم گندم (رقم شیراز) در محدوده محتوای رطوبتی دانه از 8 الی 18 درصد به این نتیجه رسیدند که با افزایش محتوای رطوبت محصول وزن هزار دانه، مساحت سطح و درصد تخلخل افزایش یافته ولی کرویت، چگالی ظاهری و چگالی واقعی کاهش می‌یابد. قاسمی ورنامخاستی و همکاران (2008) برخی خصوصیات دو رقم شلتوک (ارقام سرخه و سازندگی) را در محتوای رطوبت 10 درصد بررسی کردند. ردی و چاکراورتی (2004) برخی از خصوصیات فیزیکی دانه‌های شلتوک را در محتوای رطوبتی بین 7/19 تا 28/28 d.b. درصد بدست آوردند. نتایج کار آنها نشان داد که با افزایش رطوبت محصول وزن هزار دانه، چگالی ظاهری و زاویه شیب طبیعی<sup>1</sup> افزایش و چگالی واقعی و تخلخل کاهش می‌یابد. امویسیگا و ماسیکا سیفونا (2006) برخی از خصوصیات سه رقم سورگم

<sup>1</sup> Angle of repose

$$V = 0/25 \left[ \left( \frac{\pi}{6} \right) L(w+t)^2 \right] \quad [8]$$

وزن هزار دانه

برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه ( $M_{1000}$ ) نمونه‌های 100 تایی از دو رقم شلتوک ذکر شده و در چهار سطح رطوبتی برداشته شد. اندازه‌گیری وزن با ترازوی دیجیتال با دقت 0/01 و در 5 تکرار صورت گرفت.

اندازه‌گیری چگالی ظاهری، چگالی واقعی، حجم واقعی

چگالی ظاهری دانه‌های ( $\rho_b$ ) شلتوک با استفاده از یک ظرف استوانه‌ای با ابعاد و وزن مشخص تعیین شد. دانه‌ها از ارتفاع 15 سانتیمتری به داخل ظرف استوانه‌ای ریخته شدند. این حالت مشابه حالتی است که در انبارهای ذخیره‌سازی شلتوک ایجاد می‌شود. بعد از پر شدن ظرف سطح آن بوسیله یک خطکش صاف شد تا دانه‌های اضافی بدون فشردن دانه‌های زیرین خارج شوند. پس از این کار ظرف محتوی دانه‌های شلتوک با ترازوی دیجیتال با دقت 0/01 گرم وزن و چگالی ظاهری طبق فرمول زیر محاسبه شد.

$$r_b = \frac{m}{V} \quad [9]$$

که در آن:

$M =$  جرم دانه‌ها (g)

$V =$  حجم ظرف ( $\text{mm}^3$ )

حجم واقعی ( $V_t$ ) و چگالی واقعی ( $\rho_s$ ) با روش جابجایی مایع تعیین شد. مایع مورد استفاده تولوئن بود. در این آزمایش از روش پیکنومتر استاندارد و روابط زیر برای اندازه‌گیری حجم و چگالی واقعی دانه‌ها استفاده شد (محسنین، 1986).

$$V_t = \frac{(M_{tp} - M_p) - (M_{pts} - M_{ps})}{r_t} \quad [10]$$

$m_i =$  درصد رطوبت اولیه نمونه دانه بر پایه تر (w.b.)  
 $m_f =$  درصد رطوبت نهایی نمونه دانه بر پایه تر (w.b.)

دانه‌های شلتوک بعد از مخلوط شدن با آب مقطر در کیسه‌های پلاستیکی ریخته شدند و در دمای 10 درجه سانتیگراد به مدت دو روز در یخچال نگهداری شدند (ردی و چاکراورتی 2004). مدتی قبل از شروع آزمایش نمونه‌ها از یخچال بیرون آورده شدند تا با محیط آزمایشگاه هم دما شوند. سپس خواص فیزیکی دانه‌های شلتوک در چهار سطح رطوبتی ذکر شده تعیین شد.

اندازه‌گیری ابعاد و تعیین ضریب 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 حسابی ( $D_a$ ) و ضریب کرویت ( $\phi$ ) دانه‌ها در سطوح رطوبتی مختلف طبق روابط زیر محاسبه شدند (محسنین 1980).

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

$$D_a = \frac{L+W+t}{3} \quad [4]$$

$$\phi = \frac{(L.W.t)^{\frac{1}{3}}}{L} \quad [5]$$

سطح ( $S$ ) و حجم ( $V$ ) دانه‌ها نیز با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید (جین و بال 1997).

$$S = \frac{p.B.L^2}{2L-B} \quad [6]$$

$$B = (W.t)^{\frac{1}{2}} \quad [7]$$

تصادفی و برای مقایسه میانگین از آزمون چند دامنه ای دانکن استفاده شد. تجزیه و تحلیل با استفاده از نرم افزار *MSTATC* انجام شد. با استفاده از نرم افزار *Excel*، ارتباط بین عوامل فیزیکی اندازه گیری شده و محتوای رطوبت دانه، بصورت معادلات رگرسیون خطی تعیین گردید.

### نتایج و بحث

خلاصه نتایج تجزیه واریانس داده های حاصل از اندازه گیری برخی از خواص فیزیکی در جدول 1 ارائه شده است.

$$r_s = \frac{M_{ps} - M_p}{V_t} \quad [11]$$

که در آن ها:

$V_t$  = حجم جسم جامد ( $\text{cm}^3$ )

$M_{tp}$  = جرم تولئون و پیکنومتر (g)

$M_p$  = جرم پیکنومتر (g)

$M_{tps}$  = جرم تولئون، پیکنومتر و جسم (g)

$M_{ps}$  = جرم پیکنومتر و جسم (g)

$r_t$  = چگالی تولئون ( $0/87 \text{ g/cm}^3$ )

$\rho_s$  = چگالی جسم جامد ( $\text{g/cm}^3$ )

برای تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده از آزمایشات از طرح فاکتوریل در قالب بلوک های کامل

جدول 1- نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به برخی از خواص فیزیکی.

### منابع تغییرات

رطوبت × رقم		رقم		رطوبت		عوامل وابسته
مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	
0/2539 <sup>ns</sup>	0/043	2/8166*	0/478	1473/2202**	242/468	طول
0/0412 <sup>ns</sup>	0/000	6/5105**	0/078	2108/0316**	22/808	عرض
4/8279**	0/019	23/7193**	0/094	0/5480 <sup>ns</sup>	0/002	ضخامت
0/6565 <sup>ns</sup>	0/000	2/1826 <sup>ns</sup>	0/000	2054/1872**	0/328	ضریب کرویت
1/5163 <sup>ns</sup>	0/012	20/6887**	0/165	36/1018**	0/204	قطر هندسی
0/4868 <sup>ns</sup>	0/011	8/1562**	0/180	768/2321**	12/841	قطر حسابی
1/2451 <sup>ns</sup>	5/382	17/4199**	75/297	47/4417**	134/131	سطح
1/0818 <sup>ns</sup>	5/152	19/1861**	91/371	96/6254**	314/282	حجم
3/9796*	0/889	59/6882**	13/339	306/9191**	40/481	وزن هزاردانه
15/3056**	0/001	136/9610**	0/007	95/7500**	0/005	چگالی ظاهری
1/6328 <sup>ns</sup>	0/055	164/4477**	5/494	14/4270*	0/710	حجم واقعی
1/5046 <sup>ns</sup>	0/000	162/7484**	0/030	14/3503*	0/004	چگالی واقعی

\*\* معنی دار در سطح احتمال 1 درصد، \* معنی دار در سطح احتمال 5 درصد، و <sup>ns</sup> عدم اثر معنی دار

ضخامت و وزن هزار دانه معنی دار نیست. اثر متقابل رقم در رطوبت بر چگالی ظاهری و ضخامت (سطح احتمال 1 درصد) و بر وزن هزار دانه (سطح احتمال 5 درصد) معنی دار است. مقایسه میانگین خواص فیزیکی بدست آمده برای دانه‌های شلتوک رقم سپیدرود و بینام در 4 سطح رطوبتی 10 تا 22 w.b. درصد در جدول (2) نشان داده شده است.

نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که اثر رطوبت بر طول، عرض، ضریب کروی، قطر هندسی، قطر حسابی، سطح، حجم، وزن هزار دانه و چگالی ظاهری (سطح احتمال 1 درصد) و بر حجم واقعی و چگالی واقعی (سطح احتمال 5 درصد) معنی دار می‌باشد و بر ضخامت اثر معنی‌داری ندارد. همچنین اثر رقم بر پارامترهای ذکر شده به استثنای ضریب کروی معنی دار است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که اثرات متقابل رقم در رطوبت بر تمام عوامل ذکر شده به استثنای چگالی ظاهری،

جدول 2 - نتایج مقایسه میانگین خواص فیزیکی ارقام مورد آزمایش.

عوامل	سپیدرود				بینام			
	10	14	18	22	10	14	18	22
طول (mm)	11/291b	11/355ab	11/424ab	11/495a	9/787c	9/811c	9/832c	9/907c
عرض (mm)	2/399d	2/421cd	2/442cd	2/461c	2/871b	2/904ab	2/920a	2/939a
ضخامت (mm)	1/992e	2/007de	2/038bc	2/091a	2/013cde	2/031bcd	2/047b	2/055b
قطر هندسی (mm)	3/777e	3/805de	3/843c	3/895ab	3/838cd	3/867bc	3/887ab	3/910a
قطر حسابی (mm)	5/227c	5/261bc	5/301ab	5/350a	4/890e	4/915de	4/933de	4/967d
ضریب کروی	0/335c	0/335bc	0/337bc	0/339b	0/392a	0/394a	0/396a	0/394a
سطح (mm <sup>2</sup> )	42/913Cde	43/540bcd	44/349b	45/443a	42/124e	42/713de	43/119cd	43/657bc
حجم (mm <sup>3</sup> )	28/521e	29/166e	30/047d	31/219bc	30/588cd	31/306bc	31/788ab	32/362a
وزن هزاردانه (g)	24/770f	25/524e	26/764d	28/040b	27/262cd	27/860bc	28/826a	29/198a
چگالی ظاهری (g/cm <sup>3</sup> )	0/540F	0/553e	0/571d	0/585c	0/536g	0/584c	0/604b	0/615a
حجم واقعی (mm <sup>3</sup> )	17/416A	16/670c	16/036d	15/600ef	17/110b	16/240d	15/780e	15/526f
چگالی واقعی (g/cm <sup>3</sup> )	1/149H	1/200f	1/247d	1/282b	1/169g	1/232e	1/268c	1/288a

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

دانه، جذب آب به وسیله دانه می‌باشد. این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط ردی و چاکراورتی (2004) در تعیین خصوصیات فیزیکی دانه‌های شلتوک و همچنین امویسیگا و ماسیکا سیفونا (2006) در تعیین خواص

نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد که بطور کلی در هر دو رقم با افزایش محتوای رطوبت محصول از 10 تا 22w.b. درصد ابعاد دانه به طور معنی‌داری افزایش داشته است. دلیل افزایش ابعاد در اثر افزایش رطوبت

مقادیر آنها به ترتیب 3/91 و 5/35 mm است. معادلات رگرسیون خطی مربوط به قطر هندسی و قطر حسابی بر حسب محتوای رطوبت دانه و نیز ضریب تبیین مربوطه ( $R^2$ ) بشرح زیر است:

رقم سفید رود

$$D_g = 0/009M_C + 3/69 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/98$$

رقم بینام

$$D_g = 0/0058M_C + 3/78 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/99$$

رقم سپیدرود

$$D_a = 0/01M_C + 5/125 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/99$$

رقم بینام

$$D_a = 0/0063M_C + 4/83 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/95$$

#### سطح و حجم

نتایج مقایسه میانگین این دو عامل (جدول 2) نشان داد که در هر دو رقم مورد آزمایش، با افزایش محتوای رطوبت دانه، سطح و حجم دانه‌ها به طور معنی داری افزایش داشته است. دلیل این امر افزایش ابعاد دانه‌ها با افزایش محتوای رطوبت محصول می‌باشد. بیشترین میانگین سطح و حجم دانه‌ها به ترتیب مربوط به ارقام سپیدرود و بینام در سطح رطوبتی 22w.b. درصد اختصاص دارد و مقادیر آنها به ترتیب ( $\text{mm}^2$ ) 45/443 و ( $\text{mm}^3$ ) 32/362 می‌باشد. این نتیجه با نتایج بدست آمده المحسنه و راباباه (2007) و خیرعلی پور و همکاران (2008) در تعیین خواص فیزیکی دانه گندم مطابقت داشت. معادلات رگرسیون خطی مربوط به این دو عامل بر حسب محتوای رطوبت دانه و نیز ضریب تبیین مربوطه ( $R^2$ ) بشرح زیر است:

رقم سفید رود

$$S = 0/21M_C + 40/7 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/96$$

رقم بینام

$$S = 0/1258M_C + 40/89 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/99$$

رقم سفید رود

$$V_b = 0/2245M_C + 26/15 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/98$$

فیزیکی سه رقم سورگم مطابقت دارد. بیشترین میانگین طول و ضخامت مربوط به رقم سپیدرود در سطح رطوبتی 22w.b. درصد اختصاص دارد و به ترتیب دارای مقادیر میانگین 11/495 و 2/091 mm می‌باشد و بیشترین میانگین عرض مربوط به رقم بینام در سطح رطوبتی 22 w.b. درصد دارای مقدار 2/904 mm است. کمترین میانگین طول مربوط به رقم بینام است که دارای مقدار میانگین 9/787 mm و در سطح رطوبتی 10w.b. درصد است و کمترین میانگین عرض و ضخامت مربوط به رقم سپیدرود در سطح رطوبتی 10w.b. درصد می‌شود. که به ترتیب دارای مقادیر 2/339 و 1/992 mm می‌باشد. معادلات رگرسیون خطی مربوط به این عوامل بر حسب محتوای رطوبتی دانه و نیز ضریب تبیین مربوطه ( $R^2$ ) بشرح زیر است:

رقم سفید رود

$$L = 0/017M_C + 11/17 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/99$$

$$W = 0/005M_C + 2/35 \quad \text{و} \quad R^2 = 1$$

$$t = 0/0082M_C + 1/900 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/96$$

رقم بینام

$$L = 0/0095M_C + 9/68 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/87$$

$$W = 0/0058M_C + 2/826 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/99$$

$$t = 0/0043M_C + 1/969 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/98$$

#### ضریب کرویت، قطر هندسی و قطر حسابی

نتایج مقایسه میانگین این عوامل نشان داد که در دو رقم ذکر شده با افزایش رطوبت دانه ضریب کرویت تغییر محسوسی پیدا نمی‌کند این نتیجه با نتیجه بدست آمده توسط امویسیگا و ماسیکا سیفونا (2006) در تعیین خواص فیزیکی دانه‌های سورگم مطابقت دارد. با افزایش محتوای رطوبت محصول قطر هندسی و قطر حسابی به طور معنی داری افزایش می‌یابند. این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط المحسنه و راباباه (2007) در تعیین خواص فیزیکی دانه‌های گندم سبز و امویسیگا و ماسیکا سیفونا (2006) مطابقت دارد. بیشترین میانگین قطر هندسی و قطر حسابی به ترتیب مربوط به رقم بینام و سپیدرود در سطح رطوبتی 22w.b. درصد می‌باشد و

رقم بینام

$$V_b = 0/1448M_C + 29/196 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/99$$

چگالی ظاهری

نتایج حاصل از مقایسه میانگین چگالی ظاهری نشان داد که در هر دو رقم با افزایش محتوای رطوبت محصول چگالی ظاهری به طور معنی‌داری افزایش داشته است. افزایش چگالی ظاهری دانه‌های شلتوک با افزایش محتوای رطوبت نشان داد که تغییر جرم نمونه‌ها با افزایش رطوبت نسبت به تغییر حجم آنها بیشتر است. بیشترین و کمترین میانگین چگالی ظاهری 0/615 و 0/536 مربوط به رقم بینام و در سطح رطوبتی 22 و 10w.b. درصد اختصاص دارد. این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط ردی و چاکراورتی (2004) مطابقت دارد. معادلات خطی مربوط به این عامل بر حسب محتوای رطوبت دانه و نیز ضریب تبیین مربوطه ( $R^2$ ) بشرح زیر است:

رقم سفید رود

$$\rho_b = 0/0038M_C + 0/502 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/99$$

رقم بینام

$$\rho_b = 0/0064M_C + 0/482 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/90$$

حجم واقعی و چگالی واقعی

نتایج مقایسه میانگین این عوامل نشان داد که در دو رقم با افزایش رطوبت حجم واقعی به طور معنی‌داری کاهش و چگالی واقعی به طور معنی‌داری افزایش داشته است. بیشترین میانگین حجم واقعی و چگالی واقعی به ترتیب به رقم سپیدرود در سطح رطوبتی 10 w.b. درصد و رقم بینام در سطح رطوبتی 22w.b. درصد اختصاص داشت. این مقادیر به ترتیب  $17/416 \text{ mm}^3$  و  $1/288 \text{ g/cm}^3$  می‌باشند. معادلات خطی مربوط به این عوامل بر حسب رطوبت برای دو رقم مورد آزمایش و نیز ضریب تبیین مربوطه ( $R^2$ ) بشرح زیر است:

رقم سفید رود

$$V_t = -0/152M_C + 18/86 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/99$$

رقم بینام

$$V_t = -0/1303M_C + 18/249 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/93$$

رقم سفید رود

$$\rho_s = 0/0112M_C + 1/04 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/99$$

رقم بینام

$$\rho_s = 0/0098M_C + 1/082 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/95$$

وزن هزار دانه

نتایج مقایسه میانگین این عامل نشان داد که در هر دو رقم با افزایش محتوای رطوبت محصول وزن هزار دانه به طور معنی‌داری افزایش داشته است. دلیل این امر جذب آب به وسیله دانه‌های شلتوک است. این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط امویسیگا و ماسیکا سیفونا (2006)، آل محسنه و راباباه (2007)، ردی و چاکراورتی (2004) و خیرعلی پور و همکاران (2008) مطابقت دارد. بیشترین میانگین وزن هزار دانه به رقم بینام در سطح رطوبتی 22w.b. درصد (29/198 gr) و کمترین آن مربوط به رقم سپیدرود در سطح رطوبتی 10 w.b. درصد (24/77 gr) اختصاص داشت. معادلات رگرسیون خطی مربوط به این عامل بر حسب رطوبت برای دو رقم مورد آزمایش و نیز ضریب تبیین مربوطه ( $R^2$ ) بشرح زیر است:

رقم سفید رود

$$M_{1000} = 0/2763M_C + 21/85 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/99$$

رقم بینام

$$M_{1000} = 0/1693M_C + 25/58 \quad \text{و} \quad R^2 = 0/97$$

نتیجه گیری

1- بطور کلی اثر محتوای رطوبت محصول بر تمام خواص فیزیکی دانه‌های شلتوک به استثنای ضریب کروییت معنی دار است.  
2- با افزایش محتوای رطوبت محصول خواصی چون طول، عرض، ضخامت، قطرهندسی، قطرحسابی، سطح و حجم دانه‌ها، وزن هزاردانه، چگالی ظاهری و چگالی واقعی در هر دو رقم به طور معنی‌داری افزایش یافته است.



3- با افزایش محتوای رطوبت محصول حجم واقعی به طور معنی داری کاهش یافته است.  
 4- ارتباط خواص فیزیکی مورد بررسی با محتوای رطوبت دانه بصورت خطی با ضریب تبیین ( $R^2$ ) نسبتاً بالا است.

#### منابع مورد استفاده

جوهر دشتی م، 1381. برنج دیم (ترجمه). نشر علوم کشاورزی، 128 صفحه.

Askari Asli – Ardeh E ،Abbaspour-Gilandeh Y ،2008. Investigation of the effective factors on threshing loss, damaged grains percent and material other than grain to grain ratio on auto head feed threshing unit. American journal of agricultural and biological sciences 3(4): 699-705

Al-Mahasneh MA and Rababah TM ،2007. Effect of moisture content on some engineering properties of green wheat. Journal Of Food Engineering 79: 1467-1473.

Ghasemi Varnamkhasti M ،Mobli H ،Jafari A ،Keyhani AR ،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.

Kheiralipour K ،Karimi M ،Tabatabaeefar A ،Naderi M ،Khoubakht G And Heidarbeigi K ،2008. Moisture-Depend Properties of Wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Agricultural Technology 4(1): 53-64

Jain RK and Bal S ،1977. Properties of pearl millet. Journal of Agricultural Engineering Research. 66: 85-91.

Mohsenin NN ،1986. Physical properties of plant and animals. Secend Edition. New york. Gordon and Breach science publisher. USA.

Reddy BS and Chakraverty A ،2004. Physical properties of raw and parboiled paddy. Biosystems Engineering 88(4): 461-466.

FAOSTAT. 2005. Rice production. Available from <<http://faostat.fao.org>>.