

## بررسی تأثیر رطوبت بر برخی خواص فیزیکی دانه انگور (۱۵۳)

سید محمد علی رضوی<sup>۱</sup>، میلاد فتحی<sup>۲</sup>

### چکیده

نظر به سطح زیر کشت بالای انگور در ایران و امکان حصول دانه انگور به عنوان ضایعات کارخانجات فرآوری انگور، اهمیت بررسی خواص فیزیکی دانه انگور جهت طراحی بهینه تجهیزات حمل و نقل، بوجاری، انبارداری، خشک کردن و استحصال روغن با هدف افزایش کارایی فرآیند و کاهش ضایعات ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق برخی خواص فیزیکی دانه انگور (رقم شاهرودی یا کلاهداری) شامل: طول، عرض، ضخامت، میانگین‌های حسابی و هندسی قطر، وزن هزاردانه، ضریب کرویت، مساحت سطحی، دانسیته واقعی، دانسیته توده و تخلخل در دامنه رطوبتی ۵/۲۱ تا ۱۶/۵۵٪ (بر اساس وزن خشک) مورد بررسی قرار گرفت. با کاهش رطوبت، مقادیر طول، عرض، ضخامت، میانگین حسابی و هندسی قطر دانه انگور به ترتیب از ۸/۲۸ تا ۴/۵، ۷/۷۴ تا ۴/۲ میلی‌متر، ۳/۳۲ تا ۳/۱۲ میلی‌متر، ۵/۳۷ تا ۵/۰۴ میلی‌متر و ۴/۹۷ تا ۴/۶۸ میلی‌متر کاهش یافت. وزن هزاردانه نیز به صورت خطی از ۴۹/۹۱ تا ۴۵/۸۹ گرم کاهش یافت. با کاهش رطوبت مقادیر ضریب کرویت تغییر معنی‌داری نداشت، ولی مساحت سطحی به صورت خطی از ۷۷/۸۷ تا ۶۸/۹۸ میلی‌متر مکعب کاهش یافت. دانسیته واقعی و تخلخل دانه انگور با کاهش رطوبت به صورت غیر خطی از ۸۸۶/۲ تا ۸۷۳/۷ و ۳۴/۸ تا ۳۲/۹٪ کاهش نشان داد، در صورتی که دانسیته توده از ۵۷۷/۳ تا ۵۸۶/۶ میلی‌متر مکعب بر مترمکعب افزایش یافت.

**کلیدواژه:** دانه انگور، خواص فیزیکی، میزان رطوبت

۱- عضو هیئت علمی گروه علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد، پست الکترونیک: s.razavi@um.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته علوم و صنایع غذایی دانشگاه فردوسی مشهد

## ۱- مقدمه

انگور (*Vitis vinifera* L.) بومی سرزمین های معتدل و گرم بوده و بیشتر در مناطق بین ۳۴ تا ۴۹ درجه عرض جغرافیایی کشت می شود. ایران با تولید ۲۸۰۰۰۰۰ میلیون تن انگور در سال، هفتمین کشور بزرگ تولید کننده انگور در جهان است [۹]. مناطق عمده کاشت این محصول استان های خراسان رضوی و جنوبی، قزوین و آذربایجان شرقی می باشد. انگور به عنوان ماده اولیه، در صنایع مختلف مانند آب میوه و کنسانتره انگور استفاده می شود و دانه انگور مهمترین ضایعات این کارخانجات می باشد. دانه انگور حاوی ۱۶-۱۲٪ روغن خوراکی سرشار از اسیدهای چرب غیراشباع (۹۰-۸۵٪) از جمله اسید لینولئیک است [۱۱، ۱۹]. همچنین به علت دارا بودن میزان زیادی ویتامین E دارای خواص آنتی اکسیدانی طبیعی می باشد [۱۲]. مصرف روغن دانه انگور سبب کاهش کلسترول و جلوگیری از بیماری های قلبی-عروقی و سرطان روده و پوست می گردد [۱۱]، [۱۹]. با توجه به خواص دارویی و تغذیه ای روغن دانه انگور و پتانسیل بالای کشور ایران در تولید انگور و امکان استحصال روغن دانه انگور، بررسی خواص فیزیکی دانه انگور به منظور طراحی مناسب تجهیزات ذخیره سازی، انتقال، بوجاری، خشک کردن و فرآوری آن ضروری به نظر می رسد. به عنوان مثال ابعاد و شکل دانه انگور جهت طراحی و ساخت تجهیزات مخصوص بوجاری و الک کردن حائز اهمیت هستند، همچنین وجود اطلاعاتی در زمینه دانسیته توده و تخلخل به منظور طراحی دستگاه های خشک کردن و ذخیره سازی ضروری است.

تحقیقات زیادی در زمینه بررسی اثر رطوبت بر خواص فیزیکی دانه های روغنی از جمله پنبه دانه [۱۵]، کنجد [۱۸]، سورگوم [۱۴] و کانولا [۱۶] انجام گرفته است، ولی تاکنون خواص فیزیکی دانه انگور مورد ارزیابی قرار نگرفته است. لذا هدف از این تحقیق، بررسی تاثیر رطوبت بر برخی خواص فیزیکی هسته انگور از جمله ابعاد، وزن هزاردانه، ضریب کرویت و مساحت سطحی، دانسیته واقعی، دانسیته توده و تخلخل می باشد.

## ۲- مواد و روش ها

انگور قرمز رقم شاهرودی (کلاهداری) از بازارهای محلی استان خراسان رضوی تهیه شد و دانه های انگور به صورت دستی از انگور جدا گردید. سپس دانه ها جهت زدودن مواد خارجی نظیر گرد و غبار، پوست انگور و دانه های پوک و صدمه دیده بوجاری شدند.

میزان رطوبت اولیه دانه های انگور به وسیله آون در دمای  $30 \pm 1.03$  پس از رسیدن به وزن ثابت تعیین گردید، که میزان رطوبت اولیه هسته انگور ۱۶/۵۵٪ (بر اساس وزن خشک) بود. به منظور بررسی تاثیر رطوبت بر خواص فیزیکی دانه انگور، نمونه ها در زمان های مختلف تحت فرایند خشک کردن در دمای  $30 \pm 1.03$  قرار گرفتند و بدین ترتیب سطوح رطوبتی ۱۲/۱۴، ۸/۳ و ۵/۲۱٪ (بر اساس وزن خشک) به دست آمدند. چهار سطح رطوبتی انتخاب شده در دامنه رطوبت اولیه تا رطوبت لازم برای انبارداری و استخراج روغن می باشد [۷].

به منظور اندازه گیری ابعاد محوری در هر سطح رطوبتی، ۱۰۰ عدد دانه انگور به صورت تصادفی انتخاب گردید. ابعاد آن ها (طول  $L$ ، عرض  $W$  و ضخامت  $T$ ) با استفاده از یک کولیس الکترونیکی<sup>۱</sup> با دقت  $0.01$  mm اندازه گیری شد. سپس میانگین حسابی ( $D_a$ ) و هندسی ( $D_g$ ) قطر به ترتیب با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه گردید [۱]:

$$D_a = \frac{L+W+T}{3} \quad (1)$$

$$D_g = (LWT)^{1/3} \quad (2)$$

وزن هزاردانه، با شمارش ۱۰۰۰ عدد دانه انگور و توزین آن توسط ترازوی الکترونیکی<sup>۱</sup> با دقت  $0.01$  g اندازه گیری شد.

معیاری که عموماً برای توصیف شکل مورد استفاده قرار می گیرد، ضریب کرویت ( $\Phi$ ) است که با جاگذاری ابعاد به دست آمده در رابطه ۳ محاسبه گردید [۱۰۱۳]:

$$\phi = \frac{(LWT)^{1/3}}{L} \cdot 100 \quad (۳)$$

مساحت سطحی ( $S$ ) دانه انگور با استفاده از تشابه هندسی آن با کره ای با میانگین هندسی قطر مشابه، با استفاده از رابطه ۴ به دست آمد [۱۸]:

$$S = \pi D_g^2 \quad (۴)$$

دانسیته واقعی ( $\rho_t$ ) با استفاده از روش جابجایی مایع اندازه گیری شد. برای این منظور از تولوئن به دلیل کشش سطحی کم و جذب ناچیز آن توسط نمونه استفاده گردید [۵،۱]. دانسیته توده ( $\rho_b$ ) با استفاده از ظرفی با حجم مشخص، که از ارتفاع ۱۵ سانتی متری از نمونه پر شده بود، اندازه گیری شد. پس از پر شدن ظرف، دانه های اضافی با ۳ حرکت زیکزاک به طوری که دانه ها فشرده نشوند، تخلیه گردید. سپس ظرف حاوی دانه های انگور توسط ترازوی الکتریکی با دقت  $g \pm 0.1$  توزین و نسبت وزن دانه های درون ظرف به حجم ظرف به عنوان دانسیته توده در نظر گرفته شد [۲، ۱۰]. تخلخل ( $\varepsilon$ ) نیز با استفاده از رابطه بین دانسیته واقعی و توده با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید [۱]:

$$\varepsilon = \left( \frac{\rho_t - \rho_b}{\rho_t} \right) \cdot 100 \quad (۵)$$

کلیه آزمایشات (به غیر از آزمایشات مربوط به ابعاد) حداقل با ۱۰ تکرار و و اندازه گیری ابعاد با ۱۰۰ تکرار صورت گرفت. بنابراین میانگین داده ها گزارش گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده ها از جمله تعیین میانگین، حداقل، حداکثر، انحراف معیار و آنالیز واریانس (ANOVA) توسط نرم افزار آماری MINITAB، نسخه ۱۳ انجام گرفت. بررسی اختلاف معنی داری میانگین ها به وسیله آزمون دانکن و در سطح معنی داری ۱٪ انجام شد. روابط رگرسیونی و ضریب تبیین ( $R^2$ ) آن ها توسط نرم افزار SlideWrite، نسخه ۲ محاسبه گردید.

### ۳- نتایج

#### ۳-۱- ابعاد

تغییرات ابعاد دانه انگور (طول ( $L$ )، عرض ( $W$ )، ضخامت ( $T$ )، میانگین حسابی ( $D_a$ ) و هندسی ( $D_g$ ) قطر) با میزان رطوبت در شکل ۱ آورده شده است. با کاهش رطوبت، ابعاد محوری دانه انگور به صورت خطی کاهش یافت. روابط رگرسیونی و ضریب تبیین پارامترهای فوق به عنوان تابعی از رطوبت به صورت به دست آمد:

$$L = 7/552 + 0.0453Mc \quad R^2 = 0.96 \quad (۶)$$

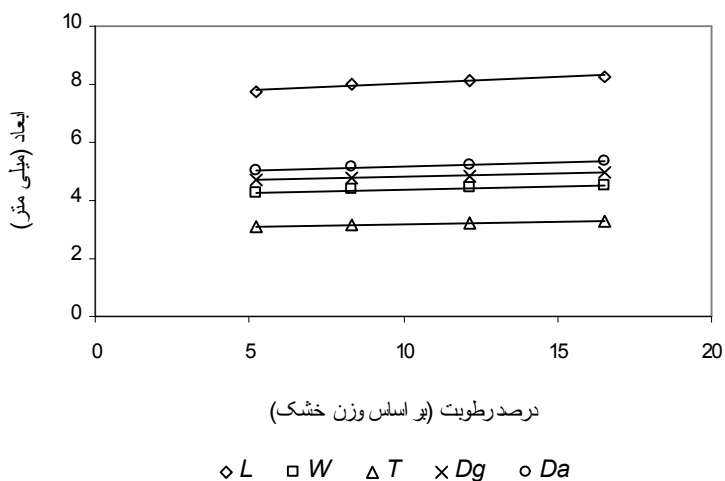
$$W = 4/176 + 0.0203Mc \quad R^2 = 0.96 \quad (۷)$$

$$T = 3/031 + 0.0167Mc \quad R^2 = 0.96 \quad (۸)$$

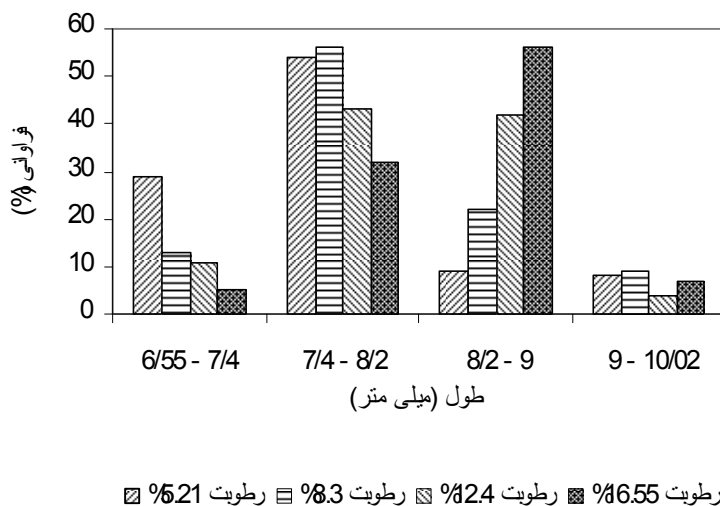
$$D_a = 4/917 + 0.0277Mc \quad R^2 = 0.98 \quad (۹)$$

$$D_g = 4/564 + 0.0254Mc \quad R^2 = 0.97 \quad (۱۰)$$

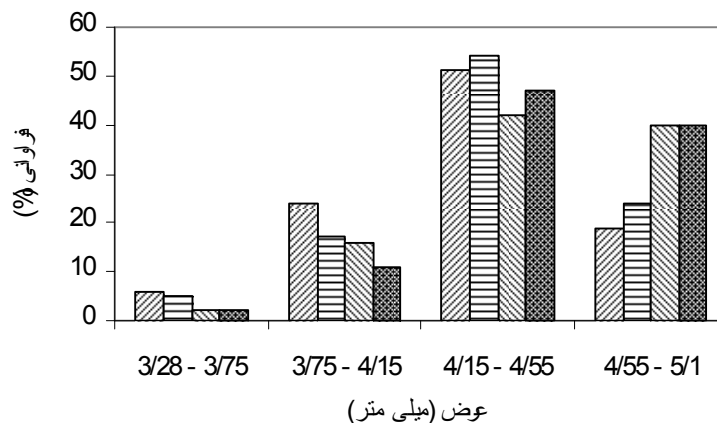
نمودار فراوانی اندازه طول، عرض و ضخامت دانه انگور در سطوح رطوبتی بررسی شده به ترتیب در شکل های ۲، ۳ و ۴ آمده است. در میزان رطوبت ۵/۲۱٪ (بر اساس وزن خشک) حدود ۸۱٪ دانه های انگور، طول بین ۶/۸ تا ۸/۲ mm، ۷۸٪ عرض بین ۳/۹۶ تا ۴/۶۵ mm و ۷۸٪ ضخامت بین ۲/۸۵ تا ۳/۴۵ mm دارند. طی خشک کردن با کاهش رطوبت از ۱۶/۵۵ تا ۵/۲۱٪ (بر اساس وزن خشک) میانگین طول هسته انگور از ۸/۲۸ به ۷/۷۴ mm (۶/۵٪ کاهش)، عرض از ۴/۵ تا ۴/۲۶ mm (۵/۳٪ کاهش) و ضخامت از ۳/۳۲ تا ۳/۱۲ mm (۶٪ کاهش) کاهش یافت. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان کاهش طول بیشتر از عرض و ضخامت دانه انگور بوده است.



شکل ۱- نمودار تغییرات ابعاد (mm) دانه انگور با میزان رطوبت (بر اساس وزن خشک)

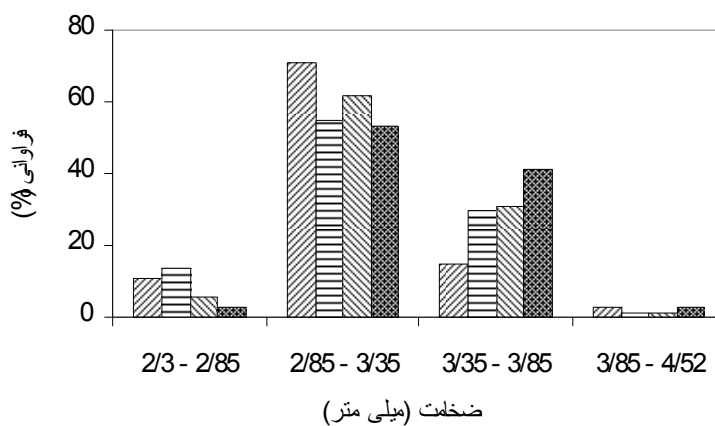


شکل ۲- نمودار فراوانی وانی (%) بعد طول (mm) دانه انگور در سطوح رطوبتی مورد بررسی



رطوبت 5.21% □ رطوبت 8.3% □ رطوبت 12.4% □ رطوبت 16.55%

شکل ۳- نمودار فراوانی (%) بعد عرض (mm) دانه انگور در سطوح رطوبتی بررسی شده



رطوبت 5.21% □ رطوبت 8.3% □ رطوبت 12.4% □ رطوبت 16.55%

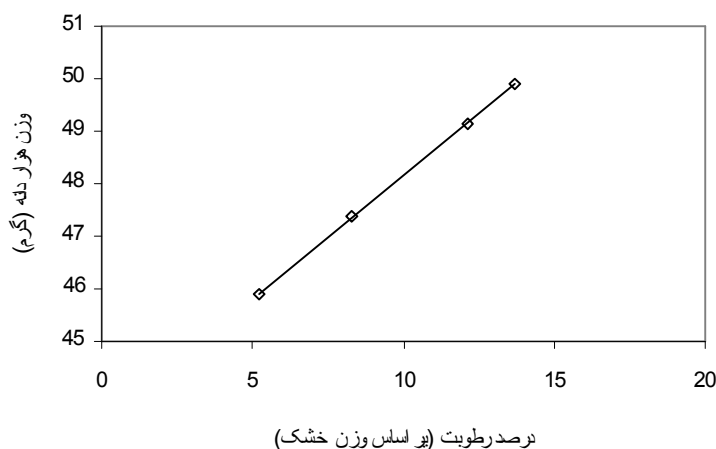
شکل ۴- نمودار فراوانی (%) بعد ضخامت (mm) دانه انگور در سطوح رطوبتی بررسی شده

### ۳-۲- وزن هزار دانه

تغییرات وزن هزار دانه انگور با میزان رطوبت (بر اساس وزن خشک) در شکل ۵ نمایش داده شده است. با کاهش رطوبت از ۱۳/۶۷ تا ۵/۲۱٪ (بر اساس وزن خشک) وزن هزار دانه به صورت خطی از ۴۹/۹۱ تا ۴۵/۸۹ g کاهش یافت. رابطه رگرسیونی بین وزن هزار دانه انگور و میزان رطوبت را می توان به صورت زیر نمایش داد:

$$m_{1000} = 43/44 + 0/472Mc \quad R^2 = 0/99 \quad (11)$$

رضوی و همکاران [۱۶] و موئیسیگا و ماسیکا سیفونا [۱۴] نیز به ترتیب دریافتند که رابطه بین وزن هزار دانه و میزان رطوبت چهار رقم دانه کانولا و سه رقم سورگوم به صورت خطی است.



شکل ۵- نمودار تغییرات وزن هزار دانه (g) دانه انگور با میزان رطوبت (بر پایه وزن خشک)

### ۳-۳- ضریب کروییت و مساحت سطحی

مقادیر میانگین ضریب کروییت و مساحت سطحی دانه انگور در سطوح رطوبتی مورد بررسی در جدول ۱ آمده است. همانطور که جدول ۱ نشان می دهد، مقادیر میانگین ضریب کروییت با کاهش رطوبت از لحاظ آماری تغییر معنی داری ندارد. مساحت سطحی دانه انگور با کاهش رطوبت از ۱۶/۵۵ تا ۵/۲۱٪ (بر اساس وزن خشک) به صورت خطی از ۷۷/۸۷ تا ۶۸/۹۸ mm<sup>2</sup> کاهش یافت. در شکل ۶ چگونگی تغییرات مساحت سطحی با میزان رطوبت (بر اساس وزن خشک) نشان داده شده است. رابطه خطی بین مساحت سطحی و میزان رطوبت در مورد لوبیای فابا [۳] و دانه شنبلیله [۴] نیز گزارش شده است. معادله رگرسیونی بین مساحت سطحی و میزان رطوبت دانه انگور به صورت زیر می باشد:

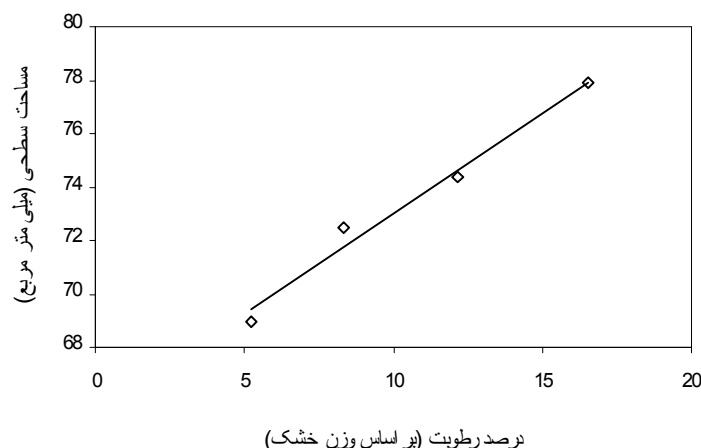
$$S = ۶۵/۳۳ + ۰/۷۶۳Mc \quad R^2 = ۰/۹۸ \quad (۱۲)$$

جدول ۱- میانگین مساحت سطحی و ضریب کروییت دانه انگور در سطوح مختلف رطوبتی

سطح معنی داری	میزان رطوبت (بر پایه وزن خشک)			
	۱۶/۵۵٪	۱۲/۱۴٪	۸/۳۳٪	۵/۲۱٪
**	۷۷/۸۷ <sup>a</sup>	۷۴/۳۹ <sup>b</sup>	۷۲/۴۷ <sup>b</sup>	۶۶/۹۸ <sup>c</sup>
NS	۶۰/۲	۶۰/۱۲	۶۰/۲	۶۰/۶۸

مقادیر با حروف بالانویس مختلف، از لحاظ آماری تفاوت معنی داری دارند.

\*\* سطح معنی داری ۱٪؛ NS مقادیر تفاوت معنی داری دارند.



شکل ۶- نمودار تغییرات مساحت سطحی (mm<sup>2</sup>) دانه انگور با میزان رطوبت (بر اساس وزن خشک)

#### ۴-۳- دانسیته واقعی و دانسیته توده

چگونگی تغییرات دانسیته های واقعی و توده در مقادیر مختلف رطوبتی به ترتیب در شکل های ۷ و ۸ نشان داده شده است. دانسیته واقعی با کاهش رطوبت تا میزان رطوبت ۸/۳٪ (بر اساس وزن خشک) کاهش و سپس افزایش یافت. کاسکانر و کارابابا (۲۰۰۷) نیز نتایج مشابهی را در مورد دانسیته واقعی دانه گشنیز گزارش نمودند [۸]. در حالی که دانسیته توده به صورت غیرخطی با کاهش رطوبت تا ۸/۳٪ (بر اساس وزن خشک) افزایش و سپس کاهش یافت. علت این رفتار ممکن است به دلیل کاهش کمتر حجم دانه انگور نسبت به وزن آن در ابتدای فرآیند خشک کردن باشد، ولی زمانی که رطوبت دانه انگور از ۸/۳٪ (بر اساس وزن خشک) کمتر می گردد، میزان کاهش حجم در مقایسه با کاهش وزن بیشتر می شود، لذا دانسیته توده افزایش می یابد [۱۷]. نتایج مشابهی نیز توسط باریه (۲۰۰۲) در مورد دانه ارزن گزارش شده است [۶].

معادلات رگرسیونی به دست آمده بین دانسیته واقعی و دانسیته توده دانه انگور به عنوان تابعی از میزان رطوبت (بر اساس وزن خشک) نشان می دهد بین دانسیته ها و مقدار رطوبت رابطه درجه دوم وجود دارد:

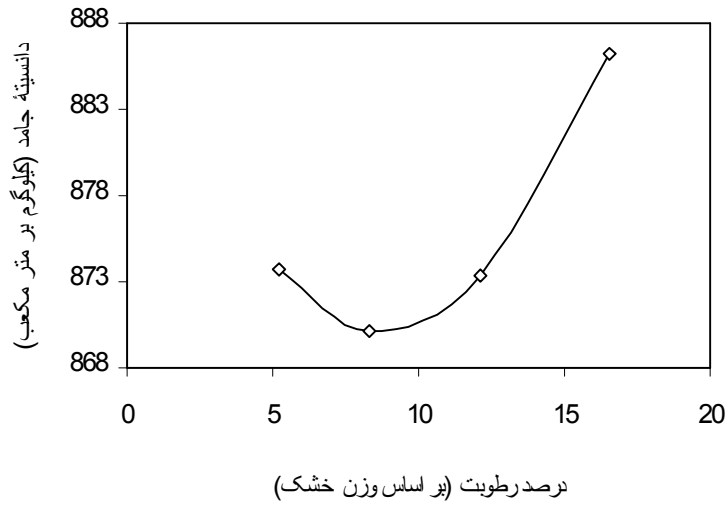
$$\rho_t = 89.0/68 - 4/656Mc + 0.265Mc^2 \quad R^2 = 0.99 \quad (13)$$

$$\rho_b = 573/83 + 3/56Mc - 0.203Mc^2 \quad R^2 = 0.99 \quad (14)$$

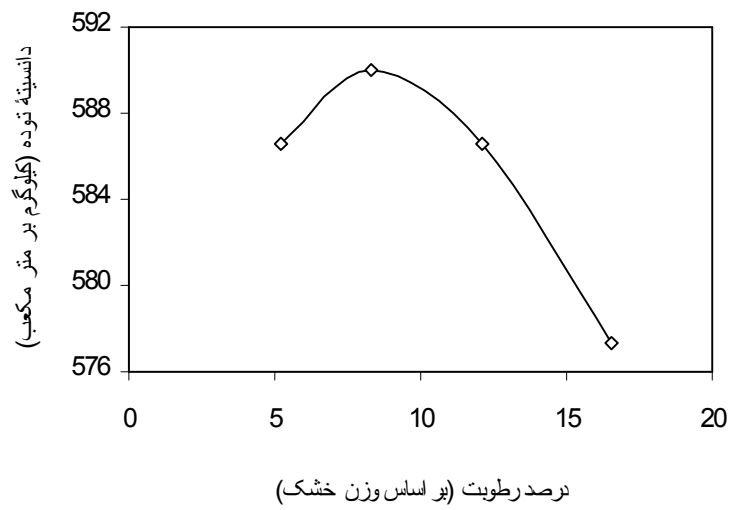
#### ۵-۳- تخلخل

تغییرات تخلخل دانه انگور با میزان رطوبت در شکل ۹ نشان داد که با کاهش رطوبت، درصد تخلخل دانه انگور به صورت غیر خطی ابتدا کاهش و سپس افزایش یافت. باریه (۲۰۰۲) گزارش نمود که تخلخل دانه ارزن نیز با کاهش رطوبت مشابه هسته انگور به صورت غیر خطی تغییر می کند [۶]. رابطه بین تخلخل و میزان رطوبت دانه انگور به صورت زیر می باشد:

$$\varepsilon = 35/436 - 0.73Mc + 0.42Mc^2 \quad R^2 = 0.99 \quad (15)$$

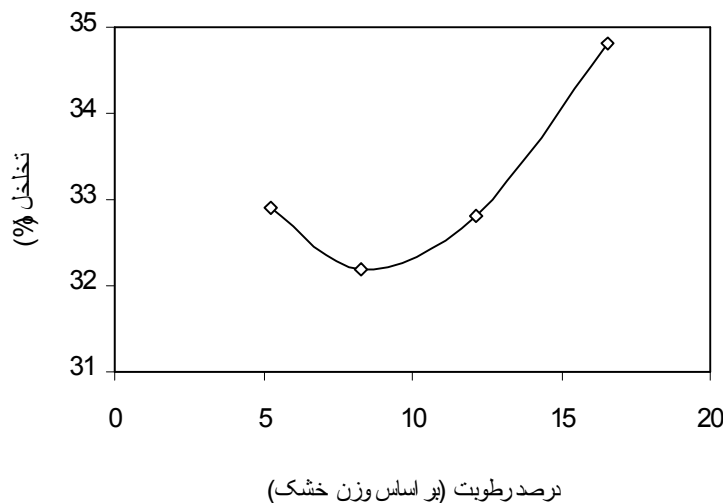


شکل ۷- نمودار تغییرات دانشیه واقعی ( $\text{kg/m}^3$ ) دانه انگور با میزان رطوبت (بر اساس وزن خشک)



شکل ۸- نمودار تغییرات دانشیه توده ( $\text{kg/m}^3$ ) دانه انگور با میزان رطوبت (بر اساس وزن خشک)





شکل ۹- نمودار تغییرات تخلخل (% دانه انگور با میزان رطوبت (بر اساس وزن خشک))

#### ۴- نتیجه گیری

در این تحقیق برخی خواص فیزیکی هسته انگور در محدوده رطوبتی ۵/۲۱ تا ۱۶/۵۵% (بر اساس وزن خشک) مورد بررسی قرار گرفت، که نتایج نشان داد:

- ۱- با کاهش رطوبت دانه انگور اندازه طول، عرض، ضخامت، میانگین حسابی و هندسی قطر به صورت خطی، بترتیب به میزان ۶/۵، ۵/۳، ۶/۱، ۶ و ۶% کاهش می یابد. در سطح رطوبت ۵/۲۱% (بر اساس وزن خشک) حدود ۸۱% دانه های انگور، طول بین ۶/۸ تا ۸/۲ mm، ۷۸% عرض بین ۳/۹۶ تا ۴/۶۵ mm و ۷۸% ضخامت بین ۲/۸۵ تا ۳/۴۵ mm دارند.
- ۲- وزن هزاردانه با کاهش رطوبت به صورت خطی کاهش می یابد.
- ۳- با کاهش رطوبت مقادیر ضریب کرویت از لحاظ آماری به صورت معنی داری تغییر نیافت، در صورتی که مساحت سطحی به صورت خطی به میزان ۱۱/۴% کاهش یافت.
- ۴- با کاهش رطوبت دانه انگور، دانسیته واقعی و تخلخل کاهش نشان داد، در حالی که دانسیته توده افزایش یافت. در همه موارد تابعیت این خواص با رطوبت به صورت غیر خطی به دست آمد.

#### منابع

- ۱- رضوی، س. م. ع. و اکبری، ر.، ۱۳۸۵، خواص بیوفیزیکی محصولات کشاورزی و مواد غذایی، چاپ اول، مشهد، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، صفحه ۱۹-۱۲، ۲۷-۲۴، ۵۱-۳۸.
2. Al-Mahasneh, M. A., & Rababah, T.A. (2007). Effect of moisture content on some physical properties of green wheat. *Journal of Food Engineering*, 79:1467-1473.
3. Altuntaş, E., & Yıldız. M. (2007). Effect of moisture content on some physical and mechanical properties of faba bean (*Vicia faba* L.) grains. *Journal of Food Engineering*, 78:147-183.
4. Altuntaş, E., Özgöz, E., Faruk Taşer, Ö. (2005). Some physical properties of fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L.) seeds. *Jornal of Food Engineering*, 71:37-43.



5. Aydin, C. (2003). Physical properties of almond nut and kernel. *Journal of Food Engineering*, 60:315-320.
6. Baryeh, E.A. (2002). Physical properties of millet. *Journal of Food Engineering*, 51: 39-46.
7. Bravi, M., Spinoglio, F., Verdone, N., Adami, M., Aliboni, A., D'Andrea, A., De Santis, A., & Ferri, D. (2007). Improving the extraction of a-tocopherol-enriched oil from grape seeds by supercritical CO<sub>2</sub>. Optimisation of the extraction conditions. *Journal of Food Engineering*, 78: 488-493.
8. Coşkuner, Y., & Karababa, E. (2007). Physical properties of coriander seeds (*Coriandrum sativum* L.). *Journal of Food Engineering*, 80:408-416.
9. Food and Agriculture Organization. (2005). <[www.fao.org](http://www.fao.org)>.
10. Kingsly, A.R.P., Singh, D.B., Manikantan, M.R., & Jain, R.K. Moisture dependent physical properties of dried pomegranate seeds (*Anardana*). *Journal of Food Engineering*, 75:492-496.
11. Luque-Rodríguez, J. M., Luque de Castro, M. D., & Pérez-Juan, p. (2005). Extraction of fatty acids from grape seed by superheated hexane. *Talanta*, 68:126-130.
12. Martinello, M., Hecker, G., & Carmen Pramparo. (2007). Grape seed oil deacidification by molecular distillation: Analysis of operative variables influence using the response surface methodology. *Journal of Food Engineering*, 81:60-64.
13. Mohsenin, N.N. (1978). Physical properties of plant and animal materials. New York: Gordon and Breach science publisher.
14. Mwithiga, G., & Masika Sifuna, M. (2006). Effect of moisture content on physical properties of three varieties of sorghum seeds. *Journal of Food Engineering*, 75:480-486.
15. Özarsalan, C. (2002). Physical Properties of cotton seed. *Biosystems Engineering*, 83(2), 169-174.
16. Razavi S.M.A., Yeganehzad, S. & Sadeghi, A., 2008, Moisture dependent physical properties of canola seed, *Journal of Agricultural Science and Technology (JAST)*, Article in press.
17. Singh, K. K., & Goswami, T. K. (1996). Physical properties of Cumin Seed. *J. agric. Engng Res.* 64, 93-98.
18. Tunde-Akintunde, T.Y., & Akintunde, B.O. (2004). Some physical properties of sesame seed. *Biosystems Engineering*, 88(1), 127-129.
19. Zhang, X-Y., Li, W-G., Wu, Y-J., Zheng, T-Z., Li, W., Qu, S\_Y., & Liu, N-F. (2005). Proanthocyanidin from grape seeds potentiates anti-tumor activity of doxorubicin via immunomodulatory mechanism. *International Immunopharmacology*, 5:1247-1257.