ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران (کرج)
۲٤ و ۲۵ شهریور ۱۳۸۹

# تعیین برخی خواص فیزیکی کشمش

**امید میرزابیگی کسبی، امین‌اله معصومی**
به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه ماشین‌های کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

## چکیده

خواص فیزیکی کشمش سلطانی[۱] با توجه به محتوی رطوبتی اندازه گیری شدند. اقطار کوچک، متوسط و بزرگ در رطوبت۱۱٪ (تر پایه[۲]) اندازه گیری و قطر متوسط هندسی[۳] و کرویت[٤] محاسبه شدند بر پایهٔ قطر متوسط هندسی، کشمش‌ها به سه گروه ریز، متوسط و درشت تقسیم‌بندی شدند. چگالی ظاهری[۵]، چگالی دانه‌ای[٦] و ضریب اصطکاک[۷] محصول روی سطح چوب در سه سطح رطوبتی ، ۱۵٪ و ۲۰ ٪ (تر پایه) اندازه گیری و روابط ریاضی بین این خواص با محتوی رطوبتی تعیین شد. از نظر اندازه، گروه متوسط بیشترین درصد محصول را به خود اختصاص داد(٤۳٪). با افزایش محتوای رطوبتی، چگالی ظاهری و ضریب اصطکاک ایستایی روی سطح چوب افزایش و چگالی دانه‌ای کاهش یافت. روابط ریاضی بین خواص فیزیکی اندازه‌گیری شده با محتوی رطوبتی به صورت چند جمله‌ای‌های درجهٔ ۲ بدست آمدند.

**کلمات کلیدی**: کشمش، خواص فیزیکی، چگالی توده ای، چگالی دانه‌ای، ضریب اصطکاک

---

۱- Sultana Raisin
۲- Wet Base
۳-Geometric mean diameter
٤-Sphericity
۵-Bulk density
٦-Particle density
۷-Coefficient of friction

## مقدمه

کشمش، از خشک‌کردن ارقام خاصی از انگور بی‌دانه بدست می‌آید و یکی از محصولات تجاری مهم در دنیاست. ایران پس از کشورهای ترکیه و ایالات متحده سومین تولید کنندهٔ کشمش در جهان می‌باشد[۲].
شهرستان ملایر واقع در جنوب استان همدان، یکی از تولیدکنندگان اصلی کشمش در کشور است. در این شهرستان رقم خاصی از انگور بی دانه که به نام "انگور کشمشی" مشهور است به منظور تولید کشمش خشک می‌شود. بسته به شیوهٔ خشک‌کردن، کشمش با رنگ‌های متفاوتی (طلایی، سبز و قهوه‌ای) تولید می‌شود. روش غالب خشک‌کردن شامل انجام پیش‌تیماری[1] روی انگور وقرار دادن آن در معرض نور خورشید است. کشمش بدست آمده از این روش به کشمش سلطانی مشهور است.
خواص فیزیکی محصول برای اجرای صحیح و بهینهٔ مراحل فرآوری، مورد نیاز است. ابعاد، چگالی، ضریب اصطکاک و ... از مهمترین خواص فیزیکی کشمش می‌باشند. دو خاصیت ابعاد و چگالی در بسته‌بندی و زاویهٔ اصطکاک جهت بررسی انتقال محصول بین مراحل فرآوری استفاده می شوند.
هدف از انجام این تحقیق بدست آوردن خواص فیزیکی کشمش ملایر از قبیل ابعاد ، چگالی ظاهری، چگالی دانه‌ای و ضریب اصطکاک در سه سطح رطوبتی ٪۱۱، ۱۵٪ و۲۰ ٪ (تر پایه) جهت استفاده در کارخانه‌جات فرآوری این محصول می‌باشد. این سه سطح رطوبتی بدین علت انتخاب شدند که: رطوبت اولیهٔ محصول رسیده به آزمایشگاه ۱۱٪ (تر پایه) در حالی که رطوبت مجاز برای انبارداری کشمش ۱۵٪ (تر پایه) است [۳و۹]. همچنین اگر محصول به‌منظور حذف مواد شیمیایی باقی مانده از محلول پیش‌تیماری شستشو شود، رطوبت آن پس از شستشو حدود ۲۰٪ (تر پایه) خواهد بود.

## مواد وروشها

برای انجام آزمایش‌ها کشمش سلطانی از بازار محلی در شهر ملایر بطور تصادفی تهیه گردید و بصورت بسته بندی شده در نایلون به آزمایشگاه آورده شد. مطابق آنچه در محل مرسوم است، پیش‌تیماری انجام شده به منظور تهیهٔ این کشمش با غرق کردن انگورها در محلول ۱٪ روغن اتیل اولعات و ۵٪ هیدرواکسید پتاسیم انجام شده بود. محتوای رطوبتی محصول رسیده به آزمایشگاه ۱۱٪ (تر پایه) بود که با قرار دادن نمونهٔ محصول به مدت ٦ ساعت در اون خلایی و در دمای ۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد بدست آمد[۱] . سپس محصول در نایلون‌های زیپی بسته‌بندی شده و به صورت لایه نازک به مدت ٢٤ ساعت به منظور از بین رفتن اثر تراکم که موجب تغییر در در ابعاد می‌شود، در داخل یخچال ودر دمای ٦ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. نایلون حاوی محصول بعد خارج‌سازی از یخچال به مدت ۲ ساعت در دمای آزمایشگاه(۲۳°C)قرار گرفت و سپس اندازه گیری‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال (GUANGLU, 2003) با دقت ۰/۱ میلی‌متر ، بر روی ۱۰۰ حبه که بطور تصادفی انتخاب شده بودند، انجام شد. سه بعد طول(L)،

1 - Pretreatment

عرض (W) و ضخامت(T) برای هر ۱۰۰ حبه اندازه گیری و سپس قطر متوسط هندسی(Dp) و کرویت(S) مطابق فرمول‌های زیر محاسبه شدند:

$$D_p = (LWT)^{1/3} \quad (۱)$$

$$S = (LWT)^{1/3}/L \quad (۲)$$

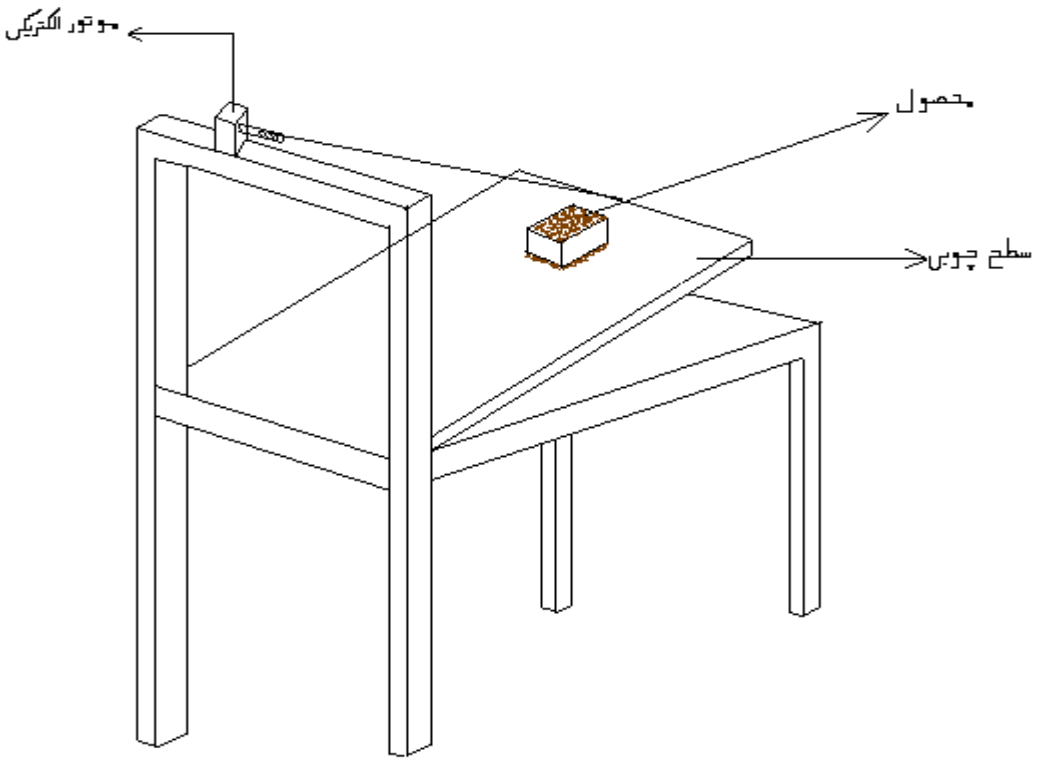
بر پایهٔ قطر متوسط هندسی، محصول به سه گروه درشت، متوسط و ریز تقسیم بندی شد.

با توزین و اضافه کردن آب مورد نیاز، دو نمونه محصول با محتوی رطوبتی ۱۵٪ و ۲۰٪ (تر پایه) تهیه شد. این دو نمونه در داخل پلاستیک‌های زیپی بسته‌بندی شده وبه منظور یکنواخت شدن توزیع رطوبت به مدت ٤٨ ساعت در یخچال در دمای ٦ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفتند.

برای اندازه‌گیری چگالی ظاهری، محصول توسط یک قیف از ارتفاع ۱۵ سانتی‌متری به داخل یک ظرف استوانه‌ای با قطر مقطع ۱۰سانتی‌متر و حجم۵۰۰سانتی‌متر مکعب ریخته شد تا جایی که از دهانهٔ ظرف خارج شود سپس با یک خط‌کش فلزی محصول مماس با دهانهٔ ظرف صاف شده و مقدار اضافی حذف شد. بعد از توزین و با توجه به معلوم بودن حجم ظرف چگالی ظاهری محصول بدست آمد. برای هر سطح رطوبتی آزمایش ۵ بار تکرار شد.

برای محاسبهٔ چگالی دانه‌ای، از هر سطح رطوبتی محصول ۵ نمونه با وزن مشخص در داخل الکل ریخته شده در استوانهٔ مدرج غرق و حجم حبه‌ها با توجه به جابجایی الکل در استوانهٔ مدرج تعیین شد. با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده برای وزن و حجم نمونه‌ها، چگالی دانه‌ای محصول بدست آمد.

اندازه‌گیری زاویهٔ اصطکاک محصول روی سطح چوب با استفاده از دستگاه نشان داده شده در شکل ۱ انجام شد. تودهٔ محصول در داخل جعبه‌ی چوبی مکعبی بی ته به ابعاد ۱۰*۱۰*۸ سانتی‌متر که روی سطح چوبی افقی قرار داشت ریخته شد. سپس به منظور جلوگیری از تماس با سطح، جعبه کمی بالا آورده شد(تا جایی که محصول از زیر آن خارج نشود). زاویهٔ سطح با افق توسط یک موتور الکتریکی افزایش پیدا کرد تا زمانی که محصول شروع به لغزش کند. به محض لغزش، زاویهٔ سطح با افق اندازه‌گیری شده و ضریب اصطکاک با تانژانت گیری از این زاویه محاسبه شد. از هر سه سطح رطوبتی ۵ نمونه انتخاب و زاویهٔ اصطکاک اندازه‌گیری شد.




شکل۱ – دستگاه اندازه‌گیری زاویهٔ اصطکاک

از نرم‌افزار اکسل به منظور یافتن روابط موجود بین خواص فیزیکی و محتوای رطوبتی استفاده و معادلات مربوطه استخراج شد.

## نتایج و بحث

جدول۱ ویژگی‌های ابعادی محصول را نشان می‌دهد. مقادیر بدست آمده کشمش ملایر را از نظر اندازه از کشمش‌های تولید شده در مناطق دیگر متمایز می‌کند. همانطور که مشاهده می‌شود بیشترین درصد محصول در گروه متوسط جای گرفته است.

جدول۱- ویژگی‌های ابعادی محصول کشمش

| خاصیت فیزیکی | کل | دسته بندی اندازه‌ای** | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ریز(mm ۸ > ) | متوسط(mm ۹-۸) | درشت(mm ۹< ) |
| در صد محصول | | | | |
| درصد تعدادی | ۱۰۰ | ۳۵ | ٤۳ | ۲۲ |
| درصد وزنی | ۱۰۰ | ٪۲٤ | ٪٤۱ | ٪۳۵ |
| میانگین ابعاد | | | | |
| قطر بزرگ**mm** | ۱۲/۰۳ ± ۱/٦۰ | ۱۰/۲٤ ± ۱/۱۲ | ۱۲/۵٤ ± ۰/۹۰ | ۱۳/٤۱ ± ۰/۹٦ |
| قطر متوسط**mm** | ۸/۸۵ ± ۱/۲۱ | ۸/۲۰ ± ۱/۳٤ | ۸/۹۲ ± ۱/٤۰ | ۱۰/٤۲ ± ۱/۵۲ |
| قطر کوچک**mm** | ۵/۷۲ ± ۰/۹۹ | ٤/۷۰± ۱/۳۲ | ٦/۳۱ ± ۱/٤۷ | ۷/۳۸ ± ۱/۵۱ |
| قطر متوسط هندسی**mm** | | | | |
| | ۸/۳۳ ± ۰/۹۲ | ۷/۷۳ ± ۰/۹٦ | ۸/۵٤ ± ۱/۰۳ | ۱۰/۲۲ ± ۰/۸۸ |
| کرویت | ۰/۷ ± ۰/۰۷ | ۰/٦۸ ± ۰/۰٦ | ۰/۷۱ ± ۰/۰۸ | ۰/۷۲ ± ۰/۰٤ |

**N=100** *رطوبت محصول در حین انجام آزمایش ۱۱٪ تر پایه بود. ** تقسیم بندی بر اساس قطر متوسط هندسی

خواص وابسته به رطوبت محصول کشمش در جدول۲ آمده است. مشاهده می‌شود که با افزایش محتوای رطوبتی، چگالی ظاهری افزایش و چگالی دانه‌ای کاهش پیدا کرده است. این روند را می‌توان اینگونه تفسیر کرد که افزایش محتوی رطوبتی دو اثر روی حبه‌های کشمش دارد، یکی نرم شدن بافت و دیگری پف‌کردگی. در چگالی ظاهری نرم شدن بافت موجب می‌شود تا در اثر فشار وزن محصول خلل و فرج بین حبه‌ها پر شده و چگالی ظاهری افزایش یابد ولی همین فشار عامل دوم(پف کردگی) اثر قابل توجهی نداشته باشد. اما در چگالی دانه‌ای پف کردگی عامل غالب است. افزایش محتوای رطوبتی موجب پف کردگی بیشتر، افزایش حجم حبه‌ها و کاهش چگالی دانه‌ای محصول می‌شود.

ضریب اصطکاک نیز با افزایش محتوای رطوبتی(در محدودهٔ مورد آزمایش) افزایش پیدا کرد. افزایش رطوبت موجب نرم شدن محصول و فرو رفتن بیشتر در ناهمواری‌های ریز سطح شده و موجب افزایش ضریب اصطکاک می‌شود.

جدول۲- خواص وابسته به رطوبت محصول کشمش

| محتـوی رطـوبتی(w.b.) | چگـالی ظـاهری(g/cc) | چگـالی دانـه‌ای(g/cc) | ضـریب اصطکاک |
|---|---|---|---|
| ٪۱۱ | ۰/٦۰۹ ± ۰/۰۲۹ | ۱/٤۸٤ ± ۰/۰۷۰ | ۰/٦ ± ۰/۰٦ |
| ٪۱۵ | ۰/٦۳٦ ±۰/۰۱۸ | ۱/٤۸۰ ± ۰/۰۱٤ | ۰/۷۳ ± ۰/۱۱ |
| ٪۲۰ | ۰/٦۸۰ ± ۰/۰۰٦ | ۱/٤۷۹ ± ۰/۰۲۱ | ۰/۷۹ ± ۰/۰۹ |

*اعداد بدست آمده حاصل از میانگین گیری بین ۵ مقدار می‌باشند.

بهترین ارتباط بین خواص فیزیکی محصول و محتوی رطـوبتی در محـدودهٔ آزمـایش شـده ، توسـط روابط چندجمله‌ای[1] برقرار شد. این روابط در جدول۳ آمده‌اند.

جدول ۳ – روابط بین خواص فیزیکی محصول و محتوی رطوبتی

| چگالی ظاهری | چگالی دانه‌ای | ضریب اصطکاک |
|---|---|---|
| $y=0.001x^2+0.001x+0.57$ **$R^2$= 0.76** | $y=-0.002x^2+0.076x+0.84$ **$R^2$= 0.72** | $y=-0.002x^2+0.072x+0.01$ **$R^2$= 0.84** |

***y** خاصیت فیزیکی و **x** محتوی رطوبتی(درصد ترپایه) می‌باشد

## نتیجه گیری

- محتوای رطوبتی و اندازهٔ حبه‌های کشمش بر روی خواص فیزیکی آن اثرگذار است.
- با افزایش محتوی رطوبتی کشمش(بین ۱۱٪ تا ۲۰٪ تر پایه) چگالی ظاهری آن افزایش و چگالی دانه‌ای کاهش پیدا کرد.
- ضریب اصطکاک ایستایی کشمش روی سطح چوبی با افزایش محتوی رطوبتی(بین ۱۱٪ تا ۲۰٪ ترپایه) افزایش پیدا کرد.

1 -Polynomial

## منابع

[1] Bolan F. E., 1984. Fruit products, In AOAC official methods of analysis, ed. W.Horwitz, 413-418, Washington DC: AOAC.

[2] FAO. 2006. FAO Year book of production, 2006. Rom: FAO

[3] Jacob H. E., 1944. Factors influencing the yield, composition and quality of raisins, Bulletin No. 683. Berkeley, CA: Agricultural Experiment Station, Univ. of California press.

[4] Masoumi A. A., L. G. Tabil, 2003. Physical properties of chick pea (c. arietinum) cultivars, Paper at the ASAE Annual International Meeting, Las Vegas, Nevada, USA, 27-30 July 2003.

[5] Ponting J. D. and D. M. McBean, 1970. Temperature and dipping treatment effects on drying rates and drying time of grapes, prune and other waxy fruits, Food Technol., 24(12), 1403-1406.

[6] Riva M. and C. Peri, 1986. Seedless grapes, J. Food Technol., 21(2), 199-219.

[7] Saravacos G. D. and Marousis, 1988. Effect of ethyloleate on the rate or air drying of foods, J. Food Eng., 7(4), 263-270.

[8] Saravacos G. D., G. K. Vagenas, D. Marinos-Kouris, 1990. Thermal properties of raisins, J. Food Eng., 11, 147-158.

[9] Winkler A. J., J.A. Cook, W. M. Kliewer and L. A. Lider, 1974. General viticulture, Berkeley, CA: Univ. of California press.