تأثیر رطوبت بر برخی ویژگی‌های فیزیکی بذر میه(۶۳۰)

عیسی حزباوی[۱] ،سعید مینایی[۲] ، برات قبادیان [۲] ، محمد هادی خوش تقاضا [۲] ، شهلا کاظمی[۳]

چکیده

با توجه به اهمیت مکانیزاسیون در بخش کشاورزی و استفاده از ماشین‌ها در مزارع و کارخانجات، داشتن اطلاعاتی در مورد ویژگی‌های فیزیکی، از نیازهای اولیه در طراحی اشین‌های مربوطه می‌باشد. این تحقیق برای تعیین ویژگی‌های بذر بامیه در رطوبت های مختلف اجرا گردید. چهار سطح رطوبتی از ۷ تا ٪۲۰ بر پایه تر (w.b.) گرفته شد. طول، عرض، ارتفاع، قطر میانگین هندسی، قطر میانگین حسابی، وزن هزار دانه، زاویه استقرار، حجم و مساحت سطح، مساحت تصویر و ضریب کرویت با افزایش رطوبت از ۷ تا ٪۲۰ به ترتیب از۵/۰۹۶ تا ۵/۶۷۸ mm، ۴/۴۷۶ تا ۴/۸۸ mm، ۴/۲۳۹ تا ۴/۶۰۸ mm، ۴/۵۸۵ تا ۵/۰۳۵ mm، ۴/۶۰۴ تا ۵/۱۳۶ mm، ۵۶/۶۱۵ تا ۶۵/۷۸ g، ۲۱/۲ تا ۲۴/۳ درجه، ۰/۰۵۴ تا ۰/۰۶۴، ۶۶/۱۸ تا ۷۹/۶۴ mm^2، ۱۱/۶۷ تا mm^2 ۱۴/۶ و ۰/۹۰۲ تا ۰/۹۲افزایش خطی پیدا کرد. چگالی جامد و چگالی توده و همچنین تخلخل با افزایش رطوبت از ۷ تا ٪ ۲۰ بترتیب از ۱۰۸۶/۳۳ تا kgm^{-3} ۱۰۳۲، ۶۲۷ تاkgm^{-3} ۵۴۶ و ۴۱/۱ تا ٪ ۳۸ به طور خطی کاهش پیدا کرد. ضریب اصطکاک ایستایی بذر بامیه در رطوبت اولیه (٪ ۷/۰۵) بر روی سطوح مختلفی مانند آهن گالوانیزه، فولاد، آلومینیوم، چوب چند لایه و لاستیک تعیین شد که بیشترین مقدار ضریب اصطکاک ایستایی بر روی سطح لاستیک و برابر با ۰/۵۲۴ و کمترین مقدار آن برابر با ۰/۳۴۷ بر روی سطح آلومینیوم بدست مد.

کلیدواژه: بذر بامیه، ویژگی‌های فیزیکی، تاثیر رطوبت

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین‌های کشاورزی، پست الکترونیک: hazbavi3000@yahoo.com
۳- دانشیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، تهران، دانشگاه تربیت مدرس

۱- مقدمه

بامیه(okra) با نام علمی (*Hibiscus Esculentus* L.) از تیره گل پنیرک می‌باشد که نام فارسی و عربی آن بامیه است. اصل بامیه از آسیا و یا آفریقا می‌باشد. قدمت این گیاه زیاد نیست مصریها در قرن ۱۲ یا ۱۳ میلادی این گیاه را می‌کاشته‌اند در اروپای شرقی در اطراف دریای مدیترانه بیش از سایر نقاط از این سبزی مصرف می‌شود [۳]. در ترکیه بامیه را خشک کرده برای مصرف زمستان ذخیره می‌کنند. بامیه گیاهی است گرمسیری و در نقاط سرد کم د و کم‌محصول می‌شود. میوه هرمی شکل، دراز و محتوی دانه‌های پوشیده از تار دارد. بامیه گیاه فصل گرم است و مقاومت هوای خنک و یخبندان را ندارد. دمای مناسب برای رشد بوته آن بین ۲۱ تا۳۰ درجه سانتی گراد می‌باشد [۷]. این گیاه را مستقیماً در زمین اصلی می‌کارند زیرا نسبت به نشا کاری مقاومت ندارد بذور بامیه بخوبی و به راحتی جوانه نمی‌زنند لذا تعداد بذر بیشتری در فاصله کمتری کاشته می‌شوند سپس بوته‌های اضافی تنک می‌شوند. چنانچه بذور به مدت ۲۴ ساعت در آب خیس شوند به جوانه زدن آنها کمک می‌کند. به منظور سریعتر و بهتر سبز شدن آنها ممکن است دیواره سخت بذر به وسیله اسید سولفوریک نرم شود [۲]. این گیاه در جنوب کشور و بخصوص در خوزستان کشت می‌شود در حال حاضر در آمریکا و برخی از کشورهای خاور میانه مانند ترکیه، پاکستان، هندوستان در سطح وسیعی کشت می‌شود [۴]. محصولات کشاورزی معمولا از زمان برداشت تا زمان مصرف تحت تاثیر عوامل و فرآیندهای مختلفی قرار می‌گیرند. این فرآیندها می‌توانند فرآیندهای ساده‌ای مانند تمیزکردن، جداکردن، شستشو، جابجایی و توزین باشند و یا اینکه فرآیندهای تکمیلی یا تبدیلی باشند که به نوعی ویژگی‌های محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهند. بنابراین شناخت ویژگی‌های مختلف فیزیکی،مکانیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آنها و نحوه حفظ و یا تغییر آنها در جهت اهداف مورد نظر فرآیند می‌تواند در حفظ کمی و کیفی محصول تأثیر بسزایی داشته باشد [۵]. اوّلین گام درجهت تدوین استانداردهای کیفی برای محصولات کشاورزی و باغی و همچنین بهبود خطوط مختلف فرآوری این محصولات، دانستن ویژگی‌های متنوع این محصولات و تغییرات آنها دراثر عوامل گوناگون است لذا به نظر می‌رسد، اگر محققین ایرانی نیز به دنبال تهیه چنین استانداردهایی برای محصولات تولیدی کشورشان هستند، ناگزیر از تعیین مقدار و میزان تغییرات ویژگی‌های مختلف مورد نیاز می‌باشند.

فهرست علائم

چگالی جامد (kgm^{-3})	P_t	قطر بزرگ (mm)	L
چگالی توده (kgm^{-3})	P_b	قطر متوسط (mm)	W
ضریب کرویت (-)	Ø	قطر کوچک (mm)	T
جرم نمونه (g)	m_t	قطر میانگین هندسی (mm)	D_g
جرم توده (g)	m_b	قطر میانگین حسابی (mm)	D_a
وزن هزار دانه (g)	W_{100}	مساحت تصویر (mm^2)	P
جرم آب مقطر (g)	W_2	مساحت سطح (mm^2)	S
جرم نمونه (g)	W_1	محتواین رطوبت (w.b.%)	M_C
حجم نمونه (mm^3)	V_t	ضریب اصطکاک ایستایی(-)	μ
حجم توده (mm^3)	V_b	میزان رطوبت نهایی (w.b.)	M_1
تخلخل (%)	ε	میزان رطوبت اولیه (w.b.)	M_2
زاویه استقرار (deg)	Θ		

از جمله گیاهانی که در قرنهای اخیر توسط گیاه شناسان کشف و معرفی شده است، گیاه بامیه می‌باشد. از آنجاییکه بامیه، میوه‌ای فصلی است، برای اینکه بتوان برای چندین ماه آن را نگهداری کرد، باید میوه‌ها در سردخانه قرار داده شوند تا در ماههای مختلف روانه بازار یا خطوط فرآوری گردند و از طرفی در اثر نگهداری در انبار ویژگی‌های مختلف آن تغییر می‌کند [۱۰]. از این رو دانستن پارامترهای مختلف فیزیکی میوه و یا بذر بامیه که در دوره‌های مختلفی از انبارداری تحت تاثیر رطوبت‌های مختلف از انبار خارج شده و روانه بازار می‌شوند، به منظور بهبود کیفیت میوه در بسته‌بندی، حمل و نقل و صادرات مفید می‌باشد. نظر به اینکه

ویژگی‌های فیزیکی محصولات کشاورزی در اثر افزایش عمر و یا انبارداری تغییر می‌نماید [۲۰]. لذا هدف از این تحقیق تعیین میزان تغییر برخی ویژگی‌های فیزیکی بذر بامیه متاثر از سطح‌های رطوبتی متفاوت می‌باشد، تا با داشتن این ویژگی‌های بتوان میزان ضایعات محصول را در فرآیندهای مختلف پس از برداشت، از قبیل بسته بندی، انبارداری، حمل و نقل، صادرات و فرآوری در کارخانجات کاهش داد و نیز در طراحی ماشین‌های مخصوص فرآیندهای پس از برداشت استفاده کرد. در بررسی‌های انجام شده مشخص گردید، در زمینه تعیین مشخصه‌های مختلف فیزیکی بذور بامیه در ایران تحقیقی صورت نگرفته است. از آنجا که عوامل مختلفی از قبیل عوامل بیولوژیکی، عوامل زیست–محیطی، شرایط و روش کاشت، داشت، برداشت و نوع انبارداری بر ویژگی‌های مختلف محصول تولیدی تأثیر می‌گذارند، تعیین مقدار و میزان تغییرات این ویژگی‌های در رطوبت‌های مختلف، جهت بهبود فرآیندهای پس از برداشت و در راستای کاهش ضایعات و دست یابی به جایگاه بهتر در تجارت جهانی این محصول، مفید می‌باشد.

۲- مواد و روشها

۲-۱- مواد

بذر بامیه استفاده شده در این تحقیق از استان خوزستان تهیه شده است. نمونه‌ها به طور دستی تمیز و جداسازی شده و دانه‌های خارجی، شکسته و چروک خورده از آن جدا گردیده و دانه‌های سالم برای انجام آزمایشات کنار گذاشته شد.

۲-۲- روشها

برای تعیین رطوبت اولیه و رطوبت های مورد نظر، مقدار معینی از نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس درون اجاق آزمایشگاهی قرار داده شد و بر اساس روش استاندارد وزنی مقدار رطوبت اولیه بذرها اندازه گیری شد [۲۲]. رطوبت اولیه بذر بامیه ٪ ۷/۰۵ بر پایه تر بدست مد. برای به دست آوردن نمونه های با رطوبت بالاتر، مقدار آب مقطر مورد نیاز طبق رابطه ۱ محاسبه و به نمونه‌ها اضافه شد [۱۶].

$$W_2 = W_1\left(\frac{M_1 - M_2}{100 - M_1}\right) \qquad (۹)$$

W_2 جرم آب مقطر (g) ، W_1 جرم نمونه (g) ، M_1 میزان رطوبت نهایی (w.b.) ، M_2 میزان رطوبت اولیه (w.b.) می‌باشد.

به دلیل اینکه عملیات فرآوری و انبارداری در محدوده رطوبتی ۱۰ تا ٪ ۲۰ بر پایه تر صورت می‌گیرد، مقدار آب بر اساس رابطه ۱ تا سطوح ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد به دست آید اضافه شد. نمونه‌ها به مدت ۷ روز داخل یخچال با دمای $5^{\circ}C$ قرار گرفتند تا رطوبت بطور یکنواخت در سراسر نمونه‌ها پخش شود. پس از خروج نمونه‌ها از یخچال و پیش از شروع آزمایش، به نمونه‌ها اجازه داده شد تا به دمای اتاق برسند [۱۲].

برای تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای Excel 2003 استفاده شد. برای اندازه‌گیری میانگین ابعاد بذور حدود ۱۰۰ عدد بذر بامیه بطور تصادفی انتخاب و سه محور اصلی بذور مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود اندازه گیری سه بعد عمودی اصلی بذور، قطر بزرگ یا طول(mm، L) ، قطر متوسط یا عرض (mm، W) و قطر کوچک یا ضخامت (mm، T) با استفاده از کولیس دیجیتال[1] با دقت اندازه‌گیری ۰/۰۱ میلیمتر انجام شد. قطر میانگین حسابی (mm، D_a) و قطر میانگین هندسی (mm، D_g) بذور با استفاده از روابط ۲ و ۳ محاسبه شد [۱۶].

$$D_a = \left(\frac{L + W + T}{3}\right) \qquad (۱۰)$$

$$D_g = (LWT)^{1/3} \qquad (۱۱)$$

1 ساخت کشور ژاپن Mitutoyo.

معیاری که برای توصیف شکل میوه یا بذر عموماً مورد استفاده قرار می‌گیرد ضریب کرویت می‌باشد که از رابطه ۴ محاسبه می‌شود [۱۶].

$$\phi = \frac{(LWT)^{1/3}}{L} \qquad (۱۲)$$

سطح تصویر[۱] (P) با استفاده از مساحت سنج[۲] اندازه گیری شد. مساحت سطح[۳] با استفاده از رابطه ۵ بدست آمد [۸].

$$S = \pi D^2{}_g \qquad (۱۳)$$

جرم نمونه‌ها و همچنین وزن هزار دانه با استفاده از ترازوی دیجیتال[۴] با دقت اندازه‌گیری ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. به منظور محاسبه حجم بذور برای تعیین چگالی بذور یا چگالی جامد (P_t) از روش جابه‌جایی مایع (آب) طبق رابطه ۶ استفاده شده است [۱].

$$\rho_t = \frac{m_t}{V_t} \qquad (۱۴)$$

در این رابطه، m_t= جرم نمونه، بر حسب g و V_t= حجم آب (مایع) جابجا شده، برحسب cm^3 است.

برای اندازه گیری چگالی توده (P_b) طبق رابطه ۷، یک استوانه خالی با حجم مشخص را پر از بذور بامیه کرده از تقسیم جرم توده بذور بر حجم توده، میزان چگالی توده به دست آمد [۱۷].

$$\rho_b = \frac{m_b}{V_b} \qquad (۱۵)$$

در این رابطه، m_b برحسب g ، جرم توده و V_b بر حسب ml(cm^3)، حجم توده (حجم استوانه) می‌باشد.

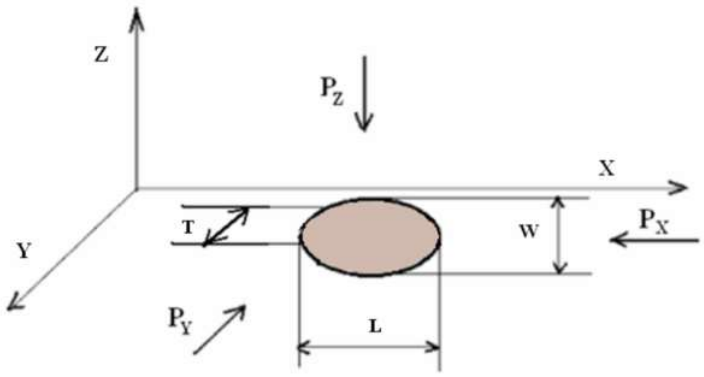
درصد تخلخل توده بذور (ε) با استفاده از چگالی توده و چگالی بذور از رابطه ۸ محاسبه می‌گردد [۸].

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_t}\right) \cdot 100 \qquad (۱۶)$$

برای اندازه‌گیری ضریب اصطکاک ایستایی (μ) طبق رابطه ۹ با اندازه‌گیری زاویه‌ای که بذور روی سطح مورد آزمایش در آستانه حرکت قرار می‌گ رند، محاسبه می‌شود. برای اندازه‌گیری این پارامتر، بذور درون یک جعبه از جنس فایبر گلاس به طول 150 mm، عرض 100 mm و ارتفاع 40 mm که با سطح تماس نداشته قرار داده سپس سطح با سرعت یکنواخت شروع به حرکت دورانی حول یک محور لولایی می‌کند. تانژانت زاویه‌ای که جعبه حاوی بذور روی آن در آستانهٔ شروع به حرکت قرار می‌گیرد، برابر با ضریب اصطکاک ایستا می‌باشد [۲۱].

$$\propto = \tan(\alpha) \qquad (۱۷)$$

.1 Projected Area
.2 Planimeter
.3 Surface area
4 -AND GF-600 ساخت ژاپن



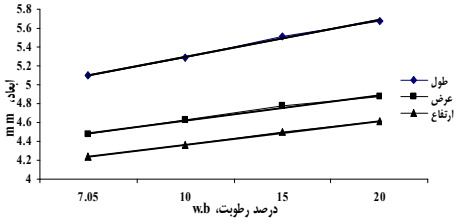
شکل ۱- محورها و ابعاد اصلی بذر بامیه

برای اندازه‌گیری زاویه استقرار، سیلندر توخالی به قطر ۳۰۰ mm و ارتفاع ۵۰۰ mm بر روی سطح گالوانیزه قرار داده شد و پس از پر کردن آن با بذور، به آرامی آن را بالا آورده که در نتیجه یک توده مخروطی شکلی از بذور تشکیل شد. با اندازه‌گیری قطر و ارتفاع توده مخروطی زاویه استقرار بذور بدست آمد [۱۵].

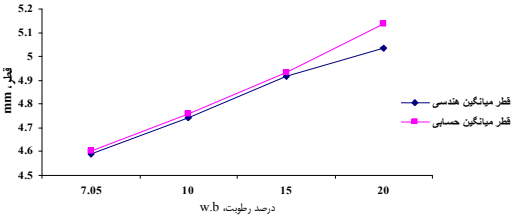
۳- نتایج و بحث

۳-۱- تاثیر رطوبت بر ابعاد بذر بامیه

ابعاد بذر بامیه در رطوبت اولیه (٪ ۷/۰۵) در جدول ۱ آمده است. همانطور که در شکل‌های ۲ و ۳ و همچنین رابطه ۱۰ مشاهده می شود، با افزایش رطوبت از ۷/۰۵ تا ٪۲۰، طول بذر بامیه با ٪ ۱۱/۴۱ افزایش از ۵/۰۹۶ تا ۵/۶۷۸ mm، عرض با ٪ ۸/۹۹ افزایش از ۴/۴۷۶ تا ۴/۸۸ mm، ارتفاع با ٪ ۸/۷۱ افزایش از ۴/۲۳۹ تا ۴/۶۰۸ mm، قطر میانگین هندسی با ٪ ۹/۷ افزایش از ۴/۵۸۵ تا ۵/۰۳۵ mm و قطر میانگین حسابی با ٪ ۱۱/۵۶ افزایش از ۴/۶۰۴ تا ۵/۱۳۶ mm بطور خطی تغییر یافت. این تغییرات با تغییراتی که در مورد بذرهای گلرنگ، پنبه و چغندرقند گزارش شده است مطابقت دارد[۱۴،۱۸،۹].



شکل ۲- نمودار تاثیر رطوبت بر ابعاد بذر بامیه



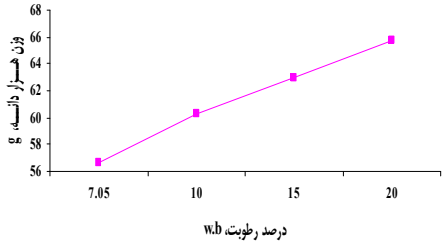
شکل ۳- نمودار تاثیر رطوبت بر قطرهای بذر بامیه

$$L = 0.1972\ M_c + 4.902 \quad R^2 = 0.989 \quad \text{(طول، mm)} \qquad (۱۰)$$
$$W = 0.135\ M_c + 4.351 \quad R^2 = 0.993 \quad \text{(عرض، mm)}$$
$$T = 0.125\ M_c + 4.114 \quad R^2 = 0.996 \quad \text{(ارتفاع، mm)}$$
$$D_a = 0.1769\ M_c + 4.415 \quad R^2 = 0.996 \quad \text{(قطر میانگین حسابی، mm)}$$

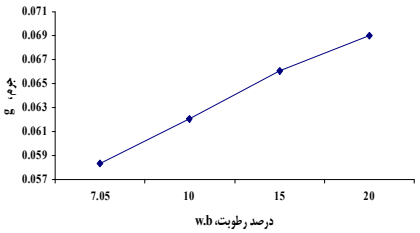
(قطر میانگین هندسی، mm) $D_g = 0.1506\ M_c + 4.444$ $R^2 = 0.987$

۳-۲- تاثیر رطوبت بر جرم و وزن هزار دانه بذور بامیه

همانطور که در شکل‌های ۴ و ۵ و رابطه ۱۱ آمده است جرم و وزن هزار دانه بذور بامیه با افزایش رطوبت بترتیب با ٪ ۱۸/۲۸ و ٪ ۱۶/۱۹ افزایش از ۰/۰۵۸ تا g ۰/۰۶۹ و از ۵۶/۶۱۵ تا g ۶۵/۷۸ بطور خطی تغییر داشت. این تغییرات مشابه تغییراتی است که در مورد دانه جو و بذر کتان گزارش شده است [۱۱ و ۱۳]. میانگین جرم و وزن هزار دانه بذور بامیه در رطوبت اولیه (٪ ۷/۰۵) در جدول ۱ مشاهده می‌شود.



شکل ۵- نمودار تاثیر رطوبت بر وزن هزار دانه بذور بامیه



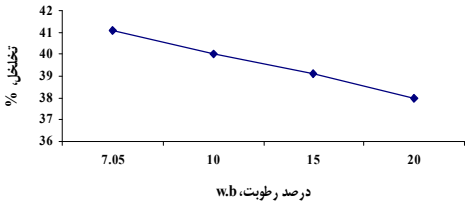
شکل ۴- نمودار تاثیر رطوبت بر جرم بذر بامیه

(جرم نمونه، g) $m_t = 0.0036\ M_c + 0.055$ $R^2 = 0.995$ (۱۱)

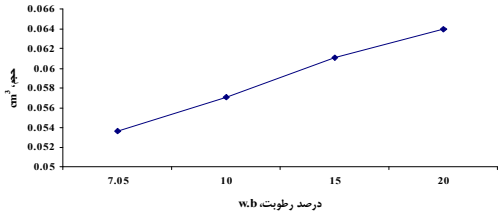
(وزن هزار دانه، g) $W1000 = 3.0258\ M_c + 53.842$ $R^2 = 0.992$

۳-۳- تاثیر رطوبت بر حجم و تخلخل بذور بامیه

حجم بذور بامیه به مقدار ٪ ۱۹/۱۷۵ افزایش از ۰/۰۵۴ تا cm^3 ۰/۰۶۴ تغییر یافت هنگامی که رطوبت از ۷/۰۵ تا ٪ ۲۰ افزایش یافت. میانگین حجم بذور بامیه در رطوبت اولیه (٪ ۷/۰۵) و تغییر حجم متاثر از رطوبت بترتیب در جدول ۱ و شکل ۶ و همچنین رابطه ۱۲ مشاهده می‌شود. تخلخل بذور بامیه با افزایش رطوبت تا ٪ ۲۰ با ٪ ۸/۱۶ کاهش از ۴۱/۱ تا ٪ ۳۸ تغییر یافت حاصل این نتیجه در شکل ۷ و جدول ۱ آمده است. این تغییرات مشابه تغییراتی است که در مورد بذر کتان و بذر گلرنگ گزارش شده است [۹ و ۱۱].



شکل ۷- نمودار تاثیر رطوبت بر تخلخل بذور بامیه



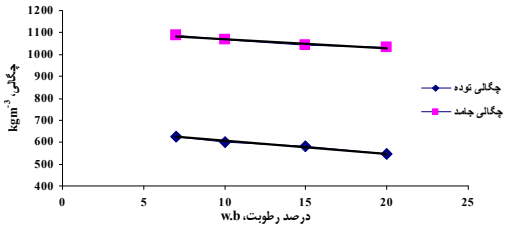
شکل ۶- نمودار تاثیر رطوبت بر حجم بذر

(تخلخل، %) $\varepsilon = -1.02\ M_c + 42.1$ $R^2 = 0.998$ (۱۲)

(حجم نمونه، mm^3) $V_t = 0.0035\ M_c + 0.05$ $R^2 = 0.996$

۳-۴- تاثیر رطوبت بر چگالی جامد وچگالی توده بذور بامیه

با افزایش رطوبت از ٪ ۷/۰۵ تا ٪ ۲۰، چگالی جامد و چگالی توده بترتیب با ۱۴/۸۴ و ٪ ۵/۲۶ کاهش از ۱۰۸۶/۳۳ به kgm^{-3} ۱۰۳۲ و از ۶۲۷ به kgm^{-3} ۵۴۶ تغییر یافت (جدول ۱، شکل ۸ و رابطه ۱۳). علت این کاهش مربوط به افزایش بیشتر حجم نسبت به جرم بذور در طی افزایش رطوبت می‌باشد. این تغییر مطابق با تغییری است که در مورد بذر پنبه و بذر تربچه گزارش شده است[۱۴ و ۱۳].



شکل ۸- نمودار تاثیر رطوبت بر چگالی بذور بامیه

$P_t = -4.1434\ M_c + 1111.5 \qquad R^2 = 0.967$ (چگالی جامد، kgm^{-3}) (۱۳)

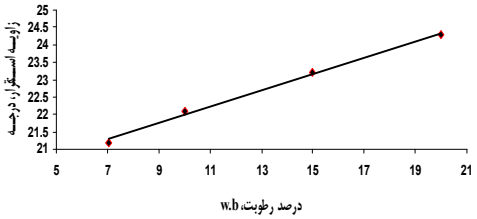
$P_b = -5.9348\ M_c + 665.48 \qquad R^2 = 0.982$ (چگالی توده، kgm^{-3})

۳-۵- تاثیر رطوبت بر زاویه استقرار و ضریب کرویت بذور بامیه

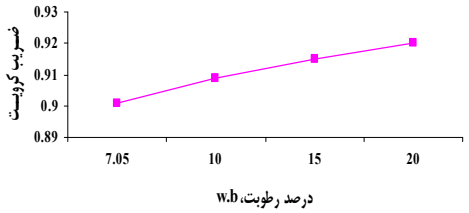
با افزایش رطوبت از ۷/۰۵ به ٪۲۰، مقدار زاویه استقرار و ضریب کرویت بترتیب با ۱۴/۶۲ و ٪ ۲/۱۴ افزایش از ۲۱/۲ تا ۲۴/۳ درجه و از ۰/۹۰۲ تا ۰/۹۲ تغییر یافت. در مورد محصولاتی مانند بذر شاهدانه و بذر شنبلیله نیز نتایج مشابهی حاصل شده است [۱۹ و ۶]. میانگ ن و تغییرات زاویه استقرار و ضریب کرویت بترتیب در جدول ۱ و شکل‌های ۹ و ۱۰ و رابطه ۱۴ قابل مشاهده است.

$\Theta = 0.2354\ M_c + 19.637 \qquad R^2 = 0.995$ (زاویه استقرار، deg) (۱۴)

$\text{Ø} = 0.0064\ M_c + 0.895 \qquad R^2 = 0.986$ (ضریب کرویت)



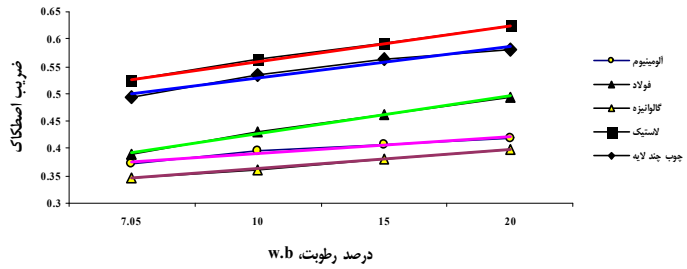
شکل ۱۰- نمودار تاثیر رطوبت بر زاویه استقرار بذور بامیه



شکل ۹- نمودار تاثیر رطوبت بر ضریب کرویت بذر بامیه

۳-۶- تاثیر رطوبت بر ضریب اصطکاک ایستایی بذور امیه

همانطور که در جدول ۲ آمده است بیشترین مقدار ضریب اصطکاک ایستایی بذور بامیه بر روی سطح لاستیک (۰/۵۲۴) و کمترین مقدار بر روی سطح آلومینیوم (۰/۳۴۷) می‌باشد این مقادیر با افزایش رطوبت از ۷/۰۵ به ٪ ۲۰، بترتیب با ۱۹/۲۱ و ٪ ۱۲/۶۳ به ۰/۶۲۵ و ۰/۳۹۹ تغییر یافتند (شکل ۱۱، جدول ۲ و رابطه ۱۵). این تغییرات با تغییراتی که برای بذور شاهدانه و پنبه گزارش شده است مطابقت داد [۱۹ و ۱۸].



شکل ۱۱- نمودار تاثیر رطوبت بر ضریب اصطکاک ایستایی بذور بامیه

$\mu_{rub} = 0.033\ M_c + 0.493$ (ضریب اصطکاک بر روی سطح لاستیک) $R^2 = 0.997$ (۱۵)

$\mu_{wood} = 0.0297\ M_c + 0.469$ (ضریب اصطکاک بر روی سطح چوب چند لایه) $R^2 = 0.971$

$\mu_{st} = 0.0344\ M_c + 0.358$ (ضریب اصطکاک بر روی سطح فولاد) $R^2 = 0.993$

$\mu_{gal} = 0.015\ M_c + 0.36$ (ضریب اصطکاک بر روی سطح گالوانیزه) $R^2 = 0.968$

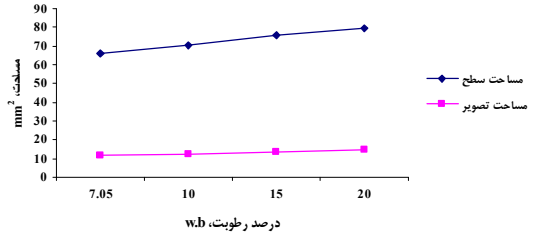
$\mu_{al} = 0.017\ M_c + 0.328$ (ضریب اصطکاک بر روی سطح آلومینیوم) $R^2 = 0.995$

۳-۷- تاثیر رطوبت بر مساحت سطح وتصویر بذور بامیه

میانگین سطح تصویر و مساحت سطح در جدول ۱ و تغییرات آنها با افزایش رطوبت در شکل ۱۲ و رابطه ۱۶ آمده است همانطور که مشاهده می‌شود مساحت سطح و مساحت تصویر بذور بامیه با افزایش رطوبت از ۷/۰۵ به ٪ ۲۰ بترتیب از ۶۶/۱۸ به ۷۹/۶۴ و از ۱۱/۶۷ به ۱۴/۶ تغییر کرد. این تغییرات مشابه تغییراتی است که برای بذر کتان، بذر شاهدانه و پنبه گزارش شده است [۱۱، ۱۹، ۱۸].

$S = 4.555\ M_c + 61.705$ $R^2 = 0.997$ (مساحت سطح، mm^2) (۱۶)

$P = 0.999\ M_c + 10.47$ $R^2 = 0.974$ (مساحت تصویر، mm^2)



شکل ۱۲- نمودار تاثیر رطوبت بر مساحت سطح و تصویر بذور بامیه

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی هسته بامیه در رطوبت ۷/۰۵ درصد بر پایه تر

طول، mm	۵/۰۹۶±۰/۰۶۷
عرض، mm	۴/۴۷۶±۰/۰۵۴
ارتفاع، mm	۴/۲۳۹±۰/۰۴۱
قطر میانگین هندسی، mm	۴/۵۸۵±۰/۰۴۴
قطر میانگین حسابی،mm	۴/۶۰۴±۰/۰۴۵
جرم نمونه، g	۰/۰۵۸±۰/۰۰۲
وزن هزار دانه، g	۵۶/۶۱۵±۰/۷
حجم نمونه، cm^3	۰/۰۵۴±۰/۰۰۱
چگالی جامد، kgm^{-3}	۱۰۶۲/۸۹±۷۷/۲
چگالی توده، kgm^{-3}	۶۲۷±۱/۱۵
تخلخل، %	۴۲/۱±۰/۵۷
ضریب کرویت	۰/۹۰۲±۰/۰۰۶
زاویه استقرار، deg	۲۱/۲±۰/۲۴

جدول ۲- ضریب اصطکاک بذر بامیه بر روی سطوح

فولاد	۰/۳۵۶±۰/۰۲
چوب چند لایه	۰/۴۹۳±/۰۳
آلومینیوم	۰/۳۰۶±۰/۰۲
لاستیک	۰/۵۲۴±۰/۰۳
گالوانیزه	۰/۴۴۵±۰/۰۳

۴- نتیجه گیری

نتایج زیر از اندازه‌گیری ویژگیهای فیزیکی بذور بامیه در محدوه رطوبت بین ۷ تا ٪ ۲۰ بر پایه تر حاصل شده است.

۱. با افزایش میزان رطوبت از ۷ تا ٪ ۲۰ بر پایه تر میانگین طول، عرض، ارتفاع، قطر میانگین هندسی، قطر میانگین حسابی، جرم نمونه و وزن هرار دانه بذور بامیه بترتیب از۵/۰۹۶ تا ۵/۶۷۸ mm ، ۴/۴۷۶ تا ۴/۸۸ mm ، ۴/۲۳۹ تا ۴/۶۰۸ mm، ۴/۵۸۵ تا ۵/۰۳۵ mm، ۴/۶۰۴ تا ۵/۱۳۶ mm، ۵۶/۶۱۵ تا ۶۵/۷۸ g و ۰/۰۵۸ تا ۰/۰۶۹ g بطور خطی افزایش یافت.

۲. ضریب کرویت، حجم نمونه، مساحت سطح، مساحت تصویر، تخلخل و زاویه استقرار بذور بامیه با افزایش رطوبت از ۷/۰۵ تا ٪ ۲۰ بر پایه تر بترتیب از ۰/۹۰۲ تا ۰/۹۲، ۰/۰۵۴ تا ۰/۰۶۴، ۶۶/۱۸ تا ۷۹/۶۴ mm^2، ۱۱/۶۷ تا ۱۴/۶ mm^2، ۴۱/۱ تا ٪ ۳۸ و ۲۱/۲ تا ۲۴/۳ درجه تغییر یافت. همچنین چگالی جامد و چگالی توده بترتیب از ۱۰۸۶/۳۳ تا ۱۰۳۲ و ۶۲۷ تا kgm^{-3} ۵۴۶ kgm^{-3} تغییر داشت.

۳. ضریب اصطکاک ایستایی با افزایش رطوبت بطور خطی افزایش یافت. ضریب اصطکاک ایستایی از ۰/۳۴۷ تا ۰/۳۹۹ بر روی سطح آلومینیوم، ۰/۳۸۱ تا ۰/۴۱۹ بر روی سطح گالوانیزه، ۰/۳۸۹ تا ۰/۴۹۳ بر روی سطح فولاد، ۰/۴۹ تا ۰/۵۸۲ بر روی سطح چوب چند لایه و ۰/۵۲۴ تا ۰/۶۲۵ بر روی سطح لاستیک متغیر بود.

سپاس‌گزاری

نویسندگان این مقاله از همکاری مهندس رضایی‌کیا کارشناس گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران و همچنین از دانشگاه تربیت مدرس بخاطر کمک مالی و در اختیار گذاشتن وسایل و آزمایشگاه نهایت تشکر و سپاس‌گزاری را د رند.

منابع

۱- توکلی هشجین، ت. (۱۳۸۳). مکانیک محصولات کشاورزی (تالیف سیتکی، ج). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۵۳۰ ص.

۲- خواجه پور، م. ۱۳۷۹. اصول و مبانی زراعت. مرکز انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. ۳۸۶ صفحه.

۳- طباطبایی، م. ۱۳۶۵. گیاهشناسی کاربردی برای کشاورزی و منابع طبیعی، کتاب اول، گیاهان زراعت های بزرگ. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۱۱۸۴ صفحه.

۴- مبلی، م. و پیراسته، ب. ۱۳۷۳. تولید سبزی (ترجمه). انتشارات دانشگاهی صنعتی اصفهان. ۸۷۷ صفحه.

۵- مسعودی، ح. (۱۳۸۳). بررسی میزان تغییر ویژگی‌های مکانیکی سه رقم سیب صادراتی در طی انبارداری. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

6- Altuntas E., Ozgoz E., Taser O. F. 2005. Some physical properties of fenugreek (Trigonella foenum-graceum L.) seeds. Journal of Food Engineering 71 (2005) 37–43.

7- Anonymous. (2007). Available at: http://http://daneshnameh.roshd.ir/mavara/mavara-index.

8- Aydin, C. (2003). Physical properties of almond nut and kernel. Journal of Food Engineering 60 (2003) 315–320.

9- Baumler E., Cuniberti A., Nolasco S. M., Riccobene I. C. 2006. Moisture dependent physical and compression properties of safflower seed. Journal of Food Engineering 72 (2006) 134–140.

10- Chakraverty, A. And singh, R. P. (2001). Postharvest Technology: Cereals, Pulses, Fruits and Vegetables. Science Publishers, Inc, Enfield, NH, USA, Printed in India.

11-Coskuner Y., Karababa E. 2007. Some physical properties of flaxseed (Linum usitatissimum L.). Journal of Food Engineering 78 (2007) 1067–1073.

12- Deshpande, S. D., Bal, S., Ojha, T. P. (1993). Physical properties of soybean seeds. Journal of Agricultural Engineering Research, 56, 89–92.

13- Dursun E., Dursun I. 2005. Some Physical Properties of Caper Seed. Biosystems Engineering (2005) 92 (2), 237–245.

14- Dursuna I., Tugrul K. M., Dursun E. 2007. Some physical properties of sugarbeet seed. Journal of Stored Products Research 43 (2007) 149–155.

15- Kaleemullah, S., & Gunasekar, J. J. (2002). Moisture-dependent physical properties of arecanut kernels. Biosystem Engineering, 82(3), 331–338.

16- Mohsenin, N. N. (1970). Physical properties of plant and animal materials. New York: Gordon and Breach Science Publishers.

17- Owolarafe, O. K., Olabige, M. T., Faborode, M.O. (2006). Physical and mechanical properties of two varieties of fresh oil palm fruit. Journal of Food Engineering 78 (2007) 1228–1232.

18- Ozarslan C. 2002. Physical Properties of Cotton Seed. Biosystems Engineering (2002) 83 (2), 169–174.

19- Sacilik K.; Ozturk R.; Keskin R. 2003. Some Physical Properties of Hemp Seed. Biosystems Engineering (2003) 86 (2), 191–198.

20- Sawada, T., Seo, Y., Morishima, H., Imou, K. and Kawogoe, Y. (1992). Studies on Storage and Ripening of Kiwifruit. Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery, 54: 61-67.
21- Singh, K. K., Goswami, T. K. (1996). Physical properties of Cumin seed. Journal of Agricultural Engineering Research, 64(2), 93–98.
22- Suthar, S. H., & Das, S. K. (1996). Some physical properties of karingda [Citrus lanatus (thumb) mansf] seeds. Journal of Agricultural Engineering Research, 65(1), 15–22.