بررسی برخی خواص مکانیکی کلزای دیم و اثر متقابل سه پارامتر سرعت بارگذاری، رطوبت و اندازه دانه بر برخی خواص مکانیکی (مطالعه موردی: استان مازندران)

حسین یعقوبی*[1]، حسن یعقوبی[2]، علی یعقوبی[3]

۱-فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی ، واحد علوم و تحقیقات تهران

۲-کارشناس برق قدرت ، دانشگاه شمس گنبد

۳- کارشناس برق قدرت، دانشگاه علمی و کاربردی صنعت آب و برق

*نویسنده مسئول: h_yaghouby@yahoo.com

چکیده

در این مطالعه برخی از خواص مکانیکی کلزای دیم شامل تغییر شکل در نقطه گسیختگی، نیروی لازم برای گسیختگی، انرژی لازم برای گسیختگی و چغرمگی شامل سه محتوای رطوبتی (۹، ۱۰/۵ و ۱۲ درصد بر پایه خشک)، سه سرعت بارگذاری (۳، ۶ و ۹ میلی‌متر بر دقیقه) و در سه اندازه (کوچک، متوسط و بزرگ) بررسی شد. برخی از خواص مکانیکی کلزای دیم که شامل تغییر شکل در نقطه گسیختگی، نیروی لازم برای گسیختگی، انرژی لازم برای گسیختگی و چغرمگی بودند. نتایج نشان داد که است با افزایش رطوبت و اندازه دانه، تغییر شکل در نقطه گسیختگی افزایش می یابد و با افزایش سرعت بارگذاری تغییر شکل در نقطه گسیختگی کاهش می یابد . همچنین با افزایش رطوبت و اندازه دانه انرژی لازم برای گسیختگی دانه کلزا افزایش می یابد. در حالی که با افزایش سرعت بارگذاری، انرژی لازم برای گسیختگی کلزا کاهش می‌یابد.

واژه های کلیدی : چغرمگی ، رطوبت ، سرعت بارگذاری، کلزا .

۱- مقدمه

کلزا با نام علمی *Brassica napus* از خانواده کروسیفر (*Cruciferea*) با کمتر از ۲٪ اسید اروسیک در روغن و کمتر از ۳۰ میکرومول گلوزینولات در کنجاله نوع خاصی از کلزای روغنی می‌باشد که به کانولا معروف است. این دو خصوصیت دانه، روغن کلزا را برای تغذیه انسان و کنجاله را به عنوان منبع پروتئین بالا برای تغذیه دام مناسب کرده است. (نشریه آموزشی ترویجی جهاد مازندران، ۱۳۸۶).

کلزا طی قرن سیزدهم در اروپا کشت می‌شد اما احتمالا کشت آن در آسیا به هزاران سال قبل برمی گردد. این گیاه در آسیا همیشه برای تغذیه انسان و در اروپا به عنوان منبعی برای روغن چراغ و روغن نرم کننده استفاده می شده است. در سال ۱۹۵۷ کشور کانادا اولین کلزای روغنی با مقدار اندک اسید اروسیک اصلاح شده با تولید روز افزون کلزا طی سال ۱۹۶۵ هزاران هکتار از اراضی کانادا بع کشت این گیاه اختصاص یافت (احمدی و همکاران، ۱۳۹۴).

در تحقیقی اثر رطوبت در 3 سطح (۷، ۱۲ و ۱۶درصد بر مبنای تر) اندازه دانه در ۳ سطح (ریز، متوسط و درشت) و جهت بارگذاری در ۲ سطح (پهلو و از رو) بر نیرو و انرژی لازم برای شکست دانه سه رقم نخود ایرانی(بیونژ، کاکا و جم) تحت اثر نیروهای شبه استاتیک را تعیین شد نتایج نشان داد هر ۴ فاکتور رطوبت دانه، اندازه دانه، رقم و جهت بارگذاری تأثیر معنی داری بر نیرو و انرژی لازم برای شکست دانه دارند. با افزایش رطوبت از ۷ الی ۱۶ درصد، نیروی لازم برای گسیختگی کاهش و انرژی لازم برای گسیختگی افزایش می‌یابند. نیرو و انرژی لازم برای گسیختگی دانه در بارگذاری از پهلو به طور معنی داری بیشتر از آن در بارگذاری از رو می باشد همچنین رقم جم نسبت به ۲ رقم بیونژ و کاکا مقاومت بیشتری در مقابل گسیختگی دارند (خزائی و همکاران، ۱۳۸۳).

در تحقیقی برخی خواص مکانیکی پنبه دانه رقم ورامین تعیین شد .در این تحقیق، برخی خواص مکانیکی پنبه دانه به صورت تابعی از رطوبت پنبه دانه تعیین شد. به منظور تعیین تغییر شکل در نقطهٔ گسیختگی، نیروی لازم برای گسیختگی، انرژی لازم برای گسیختگی، چغرمگی، ضریب کشسانی ظاهری و تنش بیشینه، پنبه دانه بین دو صفحه موازی بارگذاری شد. نتایج نشان داد که رطوبت و جهت بارگذاری در سطح احتمال ۱ درصد بر کلیه خواص مکانیکی پنبه دانه اثر معنی دار دارد، به گونه‌ای که با

افزایش رطوبت، انرژی لازم برای گسیختگی و چغرمگی افزایش یافت، در حالیکه تغییر شکل در نقطهٔ گسیختگی، نیروی لازم برای گسیختگی، ضریب کشسانی ظاهری و تنش بیشینه کاهش یافت. سرعت بارگذاری برای تغییر شکل در نقطهٔ گسیختگی، نیروی لازم برای گسیختگی، انرژی لازم برای گسیختگی و چغرمگی در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنی دار داشت. در حالیکه برای ضریب کشسانی ظاهری و تنش بیشینه اثر معنی داری نداشت. با افزایش سرعت بارگذاری تغییر شکل در نقطهٔ گسیختگی، نیروی لازم برای گسیختگی، انرژی لازم برای گسیختگی کاهش یافت. اثر متقابل رطوبت و جهت بارگذاری برای تغییر شکل در نقطهٔ گسیختگی در سطح احتمال ۳ درصد و برای تنش بیشینه و ضریب کشسانی ظاهری در سطح احتمال ۱ درصد اثر معنیدار بود، در حالیکه برای نیروی لازم برای گسیختگی، انرژی لازم برای گسیختگی و چغرمگی اثر معنی داری نداشت. اثر متقابل رطوبت و سرعت بارگذاری فقط برای تغییر شکل در نقطهٔ گسیختگی اثر معنی دار با سطح احتمال ۳ درصد داشت. اثر متقابل سرعت و جهت بارگذاری و همچنین اثر متقابل رطوبت، سرعت و جهت بارگذاری برای هیچ یک از خواص مکانیکی معنی دار نبوند (اسدزاده، ۱۳۹۰).

همچنین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، جذب آب، خواص خیساندن و پخت برخی گونه های نخود سیلسی از نوع کابلی تعیین شده است (Kural and carman, 1997; Konak and *et al*, 2002; Patane *et al*, 2004).

در تحقیقی، سه رقم نخود را در سه سطح رطوبتی ۷، ۱۲ و ۱۸ درصد، تحت آزمون ضربه قرار دادند تا تأثیر سرعت ضربه، میزان رطوبت و اندازهٔ غلاف نخود را بر درصد دانه‌های آسیب دیده در مرحله ی کوبیدن بررسی کنند. نتایج این تحقیق نشان داد، سرعت ضربه بر درصد دانه‌های شکسته شده و نیام های کوبیده شده اثر معنی دار دارد (Behroozilar and Huang,2002).

۲- مواد و روش ها

در این تحقیق برای تعیین کلزای دیم حدود ۱۰ کیلوگرم کلزا از یکی از مراکز توزیع نهاده کشاورزی تهیه و به آزمایشگاه خواص بیوفیزیک محصولات کشاورزی جهاد دانشگاهی مازندران منتقل شد و برای تعیین رطوبت اولیه‌ی کلزا مطابق دستورالعمل ASAE استفاده شد (Anon, 1998).

$$M_{db}=\left[\frac{W_i-W_j}{W_i}\right]\times 100 \qquad (۱)$$

در رابطه (1)

W_i= وزن اولیه نمونه بر حسب گرم.

W_j= وزن نمونه خشک بر حسب گرم.

M_{db}=درصد رطوبت اولیهٔ لوبیا سفید بر پایهٔ خشک.

برای دست یابی به رطوبت های مورد نظر، حجم مناسبی از آب (که با محاسبه ای ساده بر اساس رطوبت اولیه و جرم دانه ها بدست می‌آید) نمونه‌ها در داخل کیسه‌های سر بسته ریخته شدند و بیش از یک شبانه روز در یخچال (در دمای ۵-۴درجه سیلیسیوس) نگهدار ی شدند. از پنس آزمایشگاهی برای نگه داشتن دانه هنگام بارگذاری مورد استفاده قرارگرفت . نگه داشتن دانه توسط پنس تا وارد آمدن نیروی صفحه بارگذاری ادامه داشت.

- (روشها) انجام آزمایش بارگذاری فشاری

برای تعیین و بررسی خواص مکانیکی کلزا پارامترهای مستقل عبارتند از : سه سطح رطوبت، سه جهت بارگذاری و یک رقم کلزای دیم. در این تحقیق پس از اندازه‌گیری ابعاد دانه ها، به وسیلهٔ کولیس ۰/۰۲، دانه ها تحت آزمایش فشاری قرار گرفتند . برای این منظور، دانه های کامل و دست نخورده ی کلزا بین دو صفحه ی تخت فولادی تحت بارگذاری شبه استاتیک قرار گرفتند.

سطح زیر منحنی نیرو –تغییر شکل به روش انتگرالگیری عددی محاسبه شد . چغرمگی دانه کلزا، از تقسیم انرژی لازم برای گسیختگی به دست آمده برای هر دانه بر حجم معادل آن تعیین شد(Sitikei, 1986).

از آنجا که شکل دانه ها و سایر مواد کشاورزی گرانولی معمولاً نامنظم هستند، اندازه دانه ها را با قطر هندسی بیان می کنند. قطرهندسی را می توان با استفاده از رابطه زیر محاسبه کرد (Gopta and Das,1996).

$$DG=(TWL)^{1/3} \quad (۲)$$

که در رابطه فوق T ، W و L به عنوان ابعاد سه گانه دانه به ترتیب پهنا، عرض و طول دانه هستند.

اگر حجم دانه را برابر حجم یک بیضی گون سه محوری با محورهای T ، W و L در نظر گرفته شود به طوری که قطر کره محیطی یزرگترین محور بیضی (L) را داشته باشد ، آنگاه ضریب کرویت را می توان بصورت زیر تعریف کرد:

$$S_p = \frac{dG}{L} \quad (۳)$$

یکی دیگر از شاخص‌هایی که ممکن است برای توصیف اندازه مواد کشاورزی گرانولی انداز ه‌گیری شود، حجم دانه Vs می باشد که در محاسبات خواص مکانیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد:

$$V_s=\frac{\pi dG3}{6} \quad (۴)$$

در این آزمون دانه‌های کلزا در سرعتهای بارگذاری (۳،۶ و ۹) ، سه سطح رطوبتی (۹/۵، ۱۰/۵ و ۱۲) و سه سطح اندازه‌گیری (بزرگ، متوسط، کوچک) مورد آزمون قرار گرفت.

آماده‌سازی دادهها با استفاده از نرم افزار Excel ۲۰۱۰ و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS۱۹ صورت پذیرفت.

۳- نتایج و بحث

جدول ۱ ، نتایج اثر متقابل سه تایی سرعت بارگذاری، رطوبت واندازه دانه بر تغییر شکل در نقطه گسیختگی کلزا را نشان می‌دهد.

جدول ۱- اثر متقابل سه تایی سرعت بارگذاری، رطوبت واندازه دانه بر تغییر شکل در نقطه گسیختگی

سرعت بارگذاری (میلی متر بر دقیقه)	رطوبت	اندازه دانه		
		کوچک	متوسط	بزرگ
۳	۹	۰/۲۳۱	۰/۲۴۸	۰/۲۵۵
	۱۰/۵	۰/۴۲	۰/۴۲۲	۰/۴۲۸
	۱۲	۰/۷۰۲	۰/۷۰۴	۰/۷۰۶
۶	۹	۰/۲۱	۰/۲۲۸	۰/۲۳۶
	۱۰/۵	۰/۴۰۰	۰/۴۱۰	۰/۴۰۳
	۱۲	۰/۷۰	۰/۶۹۲	۰/۶۹۵
۹	۹	۰/۱۹	۰/۲۱۸	۰/۲۴۵
	۱۰/۵	۰/۳۸	۰/۴۰۱	۰/۳۹۸
	۱۲	۰/۶۵	۰/۶۸۵	۰/۶۵۸

از جدول شماره (۱) مشخص است با افزایش رطوبت و اندازه دانه، تغییر شکل در نقطه گسیختگی افزایش می‌یابد و با افزایش سرعت بارگذاری تغییر شکل در نقطه گسیختگی کاهش می یابد . علت افزایش تغییر شکل در نقطه گسیختگی با افزایش رطوبت، جذب آب توسط دانه و در نتیجه نرم تر شدن بافت دانه در اثر جذب آب می‌باشد و نیز دانه لوبیا سفید در رطوبت های پایین تری بیشتری دارد و با افزایش رطوبت شکل پذیری آن بالا می رود و در نتیجه تحت بار وارده بیشتر تغییر شکل می‌دهد (قهاری کرمانی، ۱۳۹۰).

همچنین بدلیل اثر ضربه اعمال شده به دانه در سرعت های بالا مخصوصا سرعت ۱۲میلی متر بر دقیقه، تغییر شکل نقطه گسیختگی کاهش یافته است. این پدیده منطقی به نظر می‌رسد زیرا با افزایش سرعت بارگذاری، ماده ویژگی‌های تردی بیشتری از خود نشان می‌دهد که منجر به کاهش ویژگی‌های تغییر شکل پذیری ماده می‌گردد. به طور کلی در تمام سطوح رطوبتی با افزایش سرعت بارگذاری، تغییر شکل در نقطه گسیختگی کاهش می‌یابد .این پدیده منطقی به نظر میرسد زیرا با افزایش سرعت بارگذاری، ماده ویژگی‌های تردی بیشتری از خود نشان می‌دهد که منجر به کاهش ویژگی‌های تغییر شکل پذیری ماده می‌گردد .

به طور کلی در تمام سطوح رطوبتی با افزایش سرعت بارگذاری، تغییرشکل در نقطه گسیختگی کاهش می‌یابد این نتیجه با نتایج تحقیقات قهاری کرمانی (۱۳۹۰) برای لوبیا چیتی رقم محلی مشکین شهر، ذکی دیزجی و مینایی (۱۳۸۶) برای نخود مطابقت دارد (قهاری کرمانی، ۱۳۹۰ ، ذکی دیزجی و مینایی، ۱۳۸۶).

جدول ۲- اثر متقابل سه تایی سرعت بارگذاری، رطوبت و اندازه دانه بر انرژی لازم برای گسیختگی

سرعت بارگذاری (میلی متر بر دقیقه)	رطوبت	اندازه دانه		
		کوچک	متوسط	بزرگ
۳	۹	۲۱/۹۶	۲۶/۰۵	۲۸/۰۹
	۱۰/۵	۶۸/۹۵	۷۱/۱۴	۷۱/۶۵
	۱۲	۱۲۳/۹	۱۲۴/۲۵	۱۲۶/۲
۶	۹	۱۹/۵	۱۹/۲۵	۲۱/۱۹
	۱۰/۵	۵۸/۵۵	۶۱/۵۴	۶۱/۷۵
	۱۲	۱۰۱/۸۵	۱۰۵/۹۵	۱۲۰/۸
۹	۹	۱۵/۹۶	۱۶/۴۵	۱۸/۲۹
	۱۰/۵	۴۸/۹۵	۵۱/۱۴	۵۱/۶۵
	۱۲	۹۳/۰۶	۹۴/۲۵	۹۶/۲

جدول ۲ نشان می دهد که با افزایش رطوبت و اندازه دانه انرژی لازم برای گسیختگی دانه کلزا افزایش می یابد. در حالی که با افزایش سرعت بارگذاری، انرژی لازم برای گسیختگی کلزا کاهش می‌یابد. انرژی لازم برای گسیختگی برابر با سطح زیر منحنی نیرو تغییر شکل تا نقطه گسیختگی است لذا با افزایش تغییر شکل در نقطه گسیختگی در اثر افزایش رطوبت و اندازه دانه و همچنین با توجه به افزایش نیروی مورد نیاز برای گسیختگی دانه با افزایش اندازه دانه نتیجه بالا مورد انتظار است. این نتیجه با نتایج تحقیق (قهاری کرمانی، ۱۳۹۰) برای لوبیا چیتی رقم محلی مشگین شهر، و اسدزاده (۱۳۹۰) برای پنبه دانه مطابقت دارد (قهاری کرمانی، ۱۳۹۰ ، اسدزاده، ۱۳۹۰)..

جدول ۳- اثر متقابل سه تایی سرعت بارگذاری، رطوبت و اندازه دانه بر چغرمگی در نقطه گسیختگی

سرعت بارگذاری (میلی متر بر دقیقه)	رطوبت	اندازه دانه		
		کوچک	متوسط	بزرگ
۳	۹	۰/۱۹۵	۰/۲۰۵	۰/۲۱۳
	۱۰/۵	۰/۳۷۸	۰/۳۸۱	۰/۳۸۵
	۱۲	۰/۶۴۵	۰/۶۵۸	۰/۶۸۵
۶	۹	۰/۰۱۱	۰/۰۱۵	۰/۰۱۹
	۱۰/۵	۰/۲۷۸	۰/۲۸۱	۰/۲۸۵

	۱۲	۰/۵۴۵	۰/۵۵۸	۰/۵۸۵
۹	۹	۰/۰۹۵	۰/۰۹۸	۰/۰۱۰
	۱۰/۵	۰/۲۲۸	۰/۲۳۱	۰/۲۵۵
	۱۲	۰/۴۹۵	۰/۵۱۸	۰/۵۳۵

چغرمگی کار مورد نیاز در واحد حجم برای تخریب مواد می‌باشد. تغییرات چغرمگی و انرژی لازم برای گسیختگی تقریبا مشابه هم می‌باشد برای مواد ترد مثل بذرها، با افزایش رطوبت انرژی مورد نیاز برای گسیختگی کاهش می یابد (توکلی، 2010). نتایج تحقیق (قهاری کرمانی، ۱۳۹۰) برای لوبیا چیتی رقم محلی مشگین شهر، و ذکی دیزجی و مینایی (۱۳۸۶) برای نخود مطابقت دارد (قهاری کرمانی، ۱۳۹۰ ، ذکی دیزجی و مینایی، ۱۳۸۶).

۴-نتیجه‌گیری

۱- نتایج نشان داد که با افزایش رطوبت و اندازه دانه انرژی لازم برای گسیختگی دانه کلزا افزایش می یابد. در حالی که با افزایش سرعت بارگذاری ,انرژی لازم برای گسیختگی کلزا کاهش می‌یابد.

۲- نتایج نشان داد که بدلیل اثر ضربه اعمال شده به دانه در سرعت های بالا مخصوصا سرعت ۱۲میلی متر بر دقیقه، تغییر شکل نقطه گسیختگی کاهش یافته است.

۵-پیشنهادات

۱- با توجه به نتایج به دست آمده توصیه می شود عملیات برداشت و فرآوری این محصول در سرعت بارگذاری بیشتر و رطوبت های پائین انجام شود تا از ضایعات مکانیکی جلوگیری شود .

۲- در صورت لزوم برای دست یابی به اهداف بهتر مطالعات بیشتری در مورد این محصول در ارقام مختلف صورت گیرد.

۶- منابع

اسدزاده، ع .ح .۱۳۹۲ . تعیین برخی خواص فیزیکی و مکانیکی پنبه دانه .پایاننامهٔ کارشناسی ارشد .دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی.

احمدی، ک، قلی زاده، ح، عبادزاده، ح، حسین پور، ر.۱۳۹۴ . آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی مازندران. دفتر آمار و فناوری اطلاعات.

خزائی، ج.، رجبیپور، ع.، محتسبی، س.، بهروزی لار، م . ۱۳۸۳ .تعیین نیرو و انرژی مورد نیاز برای شکست دانه نخود در بارگذاری شبه استاتیک. مجله علوم کشاورزی ایران .جلد۳۵ . شماره ۳. ص ۷۷۶-۷۶۵.

ذکی دیزجی، ح.، مینایی، س .۱۳۸۶ . تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی دانهٔ نخود. مجله علوم و صنایع غذایی ایران. جلد ۴. شماره ۲. ص ۶۶-۵۷.

قهاری کرمانی، ف . ۱۳۳۲ .تعیین برخی خواص فیزیکی و مکانیکی یک رقم لوبیای ایرانی .پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد .دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی.

مظفری، س. ۱۳۹۴. نشریه آموزشی و ترویجی وزارت جهاد کشاورزی مازندران.

Anon. 1998. ASAE Standard: ASAE S401.1. Compression tests of food materials of convex

Shape . American Society of Agriculturual Engineers, St. Joseph, Michigan 49085.

Gopta, R.K. & Das. S. (1996). Physical properties of sunflower seeds. Journal of Agricultural Engineering Research. 66, 1-8.

Konak, M., Carman, K. and aydin C. 2002. Physical Properties of Chickpea Seeds, Biosystem Engineering., Vol. 82, pp. 73–78.

KuraL H. and carman, K. 1997. Aerodynamic Properties of Seed Crops, National Symposium on Mechanization in Agriculture. Vol. 34, pp. 265–274.

Patane C., Iacoponi, E. and Raccuia, S. A. 2004. Physicochemical Haracteristics , Water Absorption Soaking and Cooking Properties of some Sicilian Populations of Chickpea CicerArietinum L, International Journal of Food Sciences and Nutrition., Vol. 55, pp. 547–554.

ASAE. 1999. Moisture measurement-ungrounder grain and seeds. ASAE Standaed S 352/2. 567-568.

Sitkei, G. 1986. Mechanics of Agricultural materials. Translated by S. Bars. Elsevier Science Publishers, New York. 398p.

Tavakoli, M. Haghayegh, G.H. Tavakoli, H. and Azizi, M.H. 2010. Comparison of mechanical properties between two varieties of rice straw. Advance Journal of Food Science and Technology. 2(1): 50-54.