نهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی
(مکانیک بیوسیستم) و مکانیزاسیون
پردیس کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه تهران
۲ و ۳ اردیبهشت ۱۳۹٤ – کرج

تعیین و بررسی برخی ویژگی های فیزیکی و مکانیکی ده رقم مختلف برنج ایرانی

مهدیه ابوالحسنی*[۱]، مهدی کسرایی[۲]، سید مهدی نصیری[۲]،ماندانا محفلی[۱]
۱ و ۲– به ترتیب فارغ التحصیلان کارشناسی ارشد واستادیاران گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
ایمیل مکاتبه کننده: mahdiehabilhasani_2010@yahoo.com

چکیده

استفاده از ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی، به ویژه در محصولات دانه‌ای، جهت تشخیص کیفیت دانه و طبقه بندی آن می‌تواند بسیار مفید باشد. در این پژوهش خواص فیزیکی ۱۰ رقم برنج ایرنی شامل ابعاد سه گانه، ضریب کرویت، سطح مقطع، مساحت سطح و وزن هزار دانه بررسی شد. خواص مکانیکی مورد بررسی در این پژوهش شامل مقاومت به ضربه و تعیین روابط نیرو به تغییر شکل بود. نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد که رقم اثر معنی‌داری (در سطح احتمال ۱٪) بر خواص فیزیکی، مقاومت به شکست، مقاومت به فشار دارد. در بین ارقام استفاده شده در بارگذاری ضربه‌ای، ارقام کادوس و لاین ٤ناحیه ای به ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر انرژی ویژه شکست و چقرمگی دینامیکی بودند. در بین ارقام مورد استفاده در آزمون فشاری، رقم کادوس و حسن سرایی به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر چقرمگی استاتیکی و بیشینه نیروی گسیختگی را دارا بودند.

واژه‌های کلیدی: بیشینه نیروی گسیختگی، خواص فیزیکی، خواص مکانیکی، برنج.

مقدمه

برنج یکی از قدیمی‌ترین و پرمصرف‌ترین محصولات زراعی است و غذای اصلی حدود دو سوم مردم جهان را تشکیل می‌دهد (Shitanda et al, 2002). اندازه گیری خواص مکانیکی دانه های غلات از دو جهت حائز اهمیت است یکی امکان شناسایی دقیق تر بافت دانه که در راستای طبقه بندی آن صورت می گیرد و دیگری تعیین اطلاعاتی که به بهینه سازی ماشین های برداشت و جابجایی دانه می انجامد (Mohsenin, 1996). آگاهی از خواص مکانیکی محصولات کشاورزی و مواد غذایی در طراحی و ساخت ماشین آلات فرآوری و نیز در بهینه سازی انواع ماشین ها و تجهیزات کشاورزی به ویژه در مراحل پس از برداشت و نیز به منظور کاهش ضایعات کاربرد دارد (Martin & Steel, 1996). فن[۱] و همکاران (۲۰۰۰) بیان کردند که در ارقام دانه متوسط شاخص HRYR[۲] بیش تری نسبت به ارقام دانه بلند تر مشاهده شده است (Fan et al,

[1]. Fan
[2]. Head Rice Yield Reduction

1998). از آنجا که خصوصیات فیزیکی دانه ها به ویژه هنگامی که ارقام مختلف مورد بررسی قرار می گیرد دارای تنوع گسترده است، نمی توان فرض نمود که همه برنج ها دارای خواص یکسان هستند. تفاوت در خواص دانه می تواند باعث ایجاد نتایج متفاوتی در شاخص های فرآوری دانه برنج شود (زمانی و علیزاده، ۱۳۸٦). نگوین و کونز[3] (۱۹۸٤) پارامتر نیروی شکست (بیشینه نیروی خمشی) را برای برنج دانه بلند، رقم لی بال٤ توسط آزمون خمش سه نقطه‌ای و با فاصلهٔ تکیه‌گاه‌های ٤ میلی متر اندازه‌گیری کردند. آنان نیروی شکست را برای این رقم که در دمای ٦۰ درجه از رطوبت ۲۲ درصد به ۱۲ درصد خشک شده بود، معادل با ۲٦/٤ نیوتن بدست آوردند(Nguyen & Kunze, 1984). به منظور استخراج ویژگی های مکانیکی دانه ی غلات یکی از ساده ترین آزمایش ها، آزمون فشاری بر روی دانه ی دست نخورده می باشد که می توان با کمک یک دستگاه اندازه گیری مناسب، منحنی نیرو–تغییر شکل و منحنی تنش آسایی[5] را از آن به دست آورد. در این رابطه تحقیقات راهبردی آرنولد و روبرت[6] (۱۹٦۹) سبب ارائه ی روش استانداردی شد، که بر اساس آن می توان از بارگذاری روی دانه ی کامل برخی فاکتورهای اصلی مانند ضریب کشسانی و تنش تماسی را به طور مستقیم به دست آورد (Arnord, & Robert. 1969). همچنین پالسن[7] (۱۹۷۸) گزارش داد که نیرو و انرژی شکست می تواند معیار مناسبی برای طراحی ماشین های مرتبط با عملیات کشاورزی باشد (Paulsen, 1978). تعیین آن دسته از ویژگی‌های محصول، که منجر به کسب اطلاعاتی از خصوصیات محصول نهایی گردد، می‌تواند سبب افزایش کیفیت فرآورده نهایی شود که خود تأثیر عمده‌ای بر کاهش ضایعات و افزایش ارزش افزوده محصول خواهد داشت. با توجه به این که تحقیق بر روی ویژگی های فیزیکی و مکانیکی روی برنج ایرانی انجام نشده است در این تحقیق تعیین و بررسی برخی ویژگی های فیزیکی و مکانیکی ده رقم مختلف برنج پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ده رقم (و لاین) مختلف شامل حسن سرایی موتانت، حسنی، درودزن، سازندگی، شفق، کادوس، کراس دمسیاه پاکوتاه، ۲٤ ناحیه ای، ٤ناحیه ای و G28 از مرکز تحقیقات زرقان به میزان ۲۵۰ گرم از هر رقم تهیه شد. میزان رطوبت اولیه هر رقم برنج با استفاده از کوره آزمایشگاهی اندازه گیری شد. خواص فیزیکی تعیین شده شامل ابعاد سه گانه، ضریب کرویت، سطح مقطع، مساحت سطح و وزن هزار دانه بود. ابعاد دانه به منظور مقایسهٔ تیمارها و همچنین محاسبهٔ سطح مقطع دانه برای محاسبهٔ انرژی شکست ویژه‌ی دانه‌ها اندازه‌گیری شدند. از هر رقم ۳۰ عدد برنج به صورت تصادفی انتخاب شدند. سپس ابعاد سه گانهٔ آن‌ها اندازه‌گیری گردید. میانگین قطر هندسی با استفاده از روابط مربوط محاسبه شد (Mohsenin, 1996). خواص مکانیکی ارقام برنج که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت شامل مقاومت به ضربه و تعیین روابط نیرو به تغییر شکل بود. برای بدست آوردن میزان مقاومت به ضربه دانه برنج از دستگاه اندازه‌گیری مقاومت به

[3] . Nguyen and Kunze
[4] . Laballe
[5]. Stress Relaxation
[6]. Arnold and Robert
[7]. Paulsen

ضربه غلات موجود در بخش مهندسی مکانیک بیوسیستم، استفاده شد. کلیه آزمایشات مربوط به تست ضربه در بخش مهندسی مکانیک بیوسیستم دانشگاه شیراز انجام شد (قبادپور، ۱۳۸۸). همچنین مقدار چقرمگی دینامیکی از نسبت انرژی شکست به حجم دانه رابطهٔ (۱) محاسبه شد.

$$U = \frac{E_p}{V} \qquad (1)$$

که در آن U چقرمگی شکست بر حسب ($\frac{mJ}{mm^3}$) و E_p انرژی شکست بر حسب mJ و V حجم دانه بر حسب mm^3 می‌باشد.
به منظور تعیین برخی فاکتورهای مکانیکی غلات نظیر، بار بیشینه در نقطهٔ گسیختگی، شیب خطی منحنی تا نقطهٔ گسیختگی و چقرمگی استاتیکی (بر مبنای سطح زیر منحنی تا نقطهٔ گسیختگی) از دستگاه اینسترون (Santam STM-20) ساخت ایران استفاده شد که دارای نیروسنجی (Bongshin DBBP-SO) با ظرفیت ۵۰kgf و ساخت کشور تایوان می‌باشد.
آزمایش‌ها به صورت طرح کاملا تصادفی انجام گردید. نتایج با استفاده از نرم افزار SPSS 20 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. میانگین تیمارهای معنی‌دار با استفاده از آزمون دانکن مورد بررسی قرار گرفت. همچنین برای ترسیم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

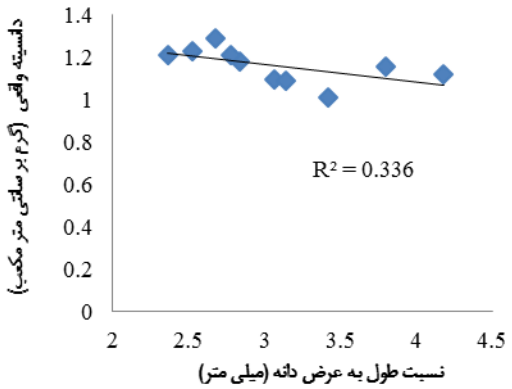
رقم شفق با همه ارقام از نظر طول اختلاف معنی دار (P<۰/۰۱)دارد. این رقم با بیشینه طول نسبت به کمینه میانگین ها (مربوط به لاین G28) افزایشی معادل ۲۳/٦۸درصد مشاهده شد.
رقم حسنی دارای بیش ترین میانگین عرض بود که نسبت به کمینه میانگین ها (مربوط به رقم شفق) افزایشی معادل۲۸/۸۹درصد مشاهده شد. و همچنین رقم شفق با همه ارقام از نظر ضخامت اختلاف معنی دار (P<۰/۰۱)دارد. این رقم با بیشینه ضخامت نسبت به کمینه میانگین ها (مربوط به لاین ٤ ناحیه‌ای) افزایشی معادل۱٤/٤۳ درصد مشاهده شد
ارقام حسنی و درودزن از نظر مساحت سطح دانه اختلاف معنی دار(P<۰/۰۱) دارد. رقم حسنی دارای بیشینه میانگین مساحت سطح دانه بود که نسبت به کمینه میانگین ها(رقم سازندگی) افزایشی معادل ۲٦/۱۲درصد مشاهده شد.
ارقام حسنی و درودزن از نظر حجم دانه اختلاف معنی دار(P<۰/۰۱) دارد. رقم حسنی دارای بیشینه حجم دانه بود که نسبت به کمینه میانگین ها(رقم سازندگی) افزایشی معادل ۲٤/۷٤ درصد مشاهده شد.
در بین ارقام مورد بررسی رقم حسنی با همه ارقام از نظر سطح مقطع اختلاف معنی دار (P<۰/۰۱)دارد. این رقم با بیشینه سطح مقطع نسبت به کمینه میانگین ها (مربوط به رقم شفق) افزایشی معادل۲۹/۹٤ درصد مشاهده شد.

از نظر ضریب کرویت، مقادیر میانگین ضریب کرویت بیشینه و کمینه به ترتیب مربوط به ارقام حسنی و شفق می باشد. می توان نتیجه گرفت که شکل رقم حسنی به کره نزدیک تر بوده و شکل رقم شفق در مقایسه با سایر ارقام شباهت کم تری به کره دارد.

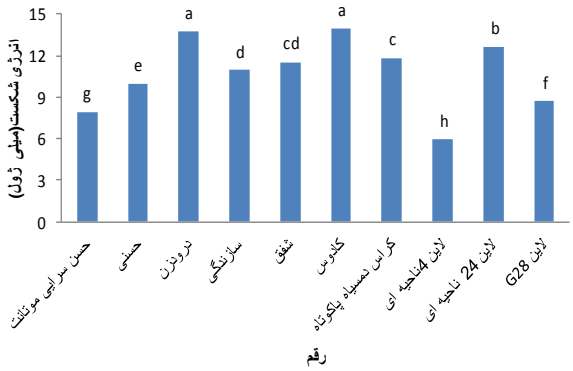
متفاوت بودن خواص فیزیکی در ارقام مختلف، بیان گر اختلاف در شکل ظاهری دانه بین ارقام است. این موضوع در طراحی دستگاه هایی که به نحوی با شکل دانه سر و کار دارند، کاربرد دارد.

ارقام برنج مورد بررسی از نظر وزن هزاردانه اختلاف معنی دار ($p < ۰/۰۱$) داشتند که ارقام حسنی و سازندگی با ۱۹/۸٦و۱۵/۰۷ گرم به ترتیب دارای بالاترین و پایین ترین مقادیر وزن هزار دانه بودند. برای تعیین قطر مؤثر مخزن کارنده ها در تخمین حجم نظری مورد نیاز دانه از وزن هزار دانه استفاده می شود(Zhang et al, 2005).

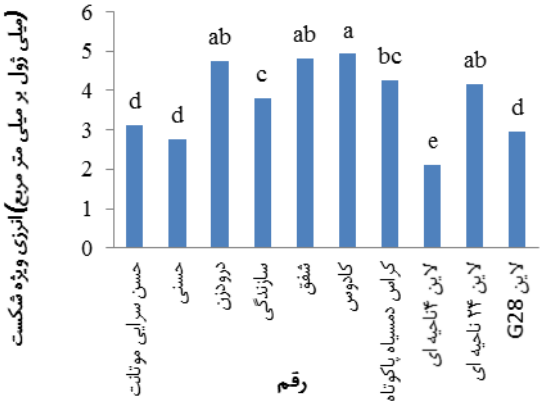
در این تحقیق بیشینه و کمینه مقادیر میانگین دانسیته توده ای به ترتیب مربوط به ارقام سازندگی و شفق بود. بیشینه و کمینه مقادیر میانگین جرم حجمی حقیقی به ترتیب مربوط به لاین G28 و رقم درودزن بود. گزارش شد در ارقام مختلف برنج، برنج های دانه بزرگتر جرم حجمی کمتر داشتند. در این تحقیق رقم درودزن کمترین جرم حجمی راداشت و از ارقام دانه بلند بود گزارش فوق با نتایج این تحقیق هم خوانی دارد. توجه به شکل۱ نسبت طول به عرض رابطه معکوس و معنی دار با دانسیته واقعی ($r = -۰/۵۷, P<0.01$)نشان داد.



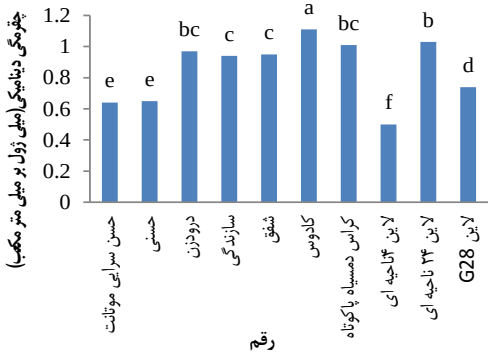
شکل ۱– تغییرات نسبت طول به عرض دانه در برابردانسیته واقعی.



شکل ۲- اثر رقم بر انرژی وی شکست دانه.



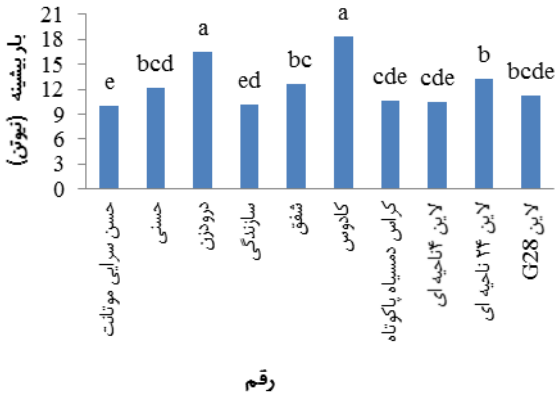
شکل ۲- اثر رقم بر انرژی ویژه شکست دانه.



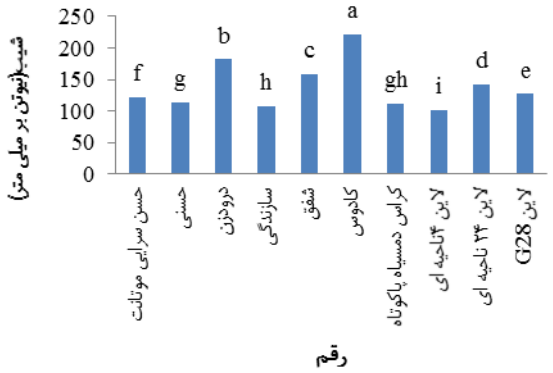
شکل ۳- اثر رقم بر چقرمگی دینامیکی دانه

نتایج نشان می‌دهد، ارقام برنج در خواص مقاومت به ضربه با هم متفاوت هستند. در بین ارقام مورد استفاده، رقم کادوس دارای بیش‌ترین مقادیر انرژی شکست با میانگین ۱۳/۹۱ نسبت به لاین ٤ ناحیه ای که کمینه انرژی شکست را با میانگین ۵/۹۵ میلی ژول داشت، ۵۷/۲درصد بیشتر بود (شکل۲). همچنین این ارقام در انرژی ویژه شکست با یکدیگر تفاوت معنی داری (در سطح احتمال ۱٪) داشتند که بیش ترین میانگین انرژی ویژه شکست مربوط به رقم کادوس و کمترین آن مربوط به لاین ٤ ناحیه ای می باشد(شکل۳).

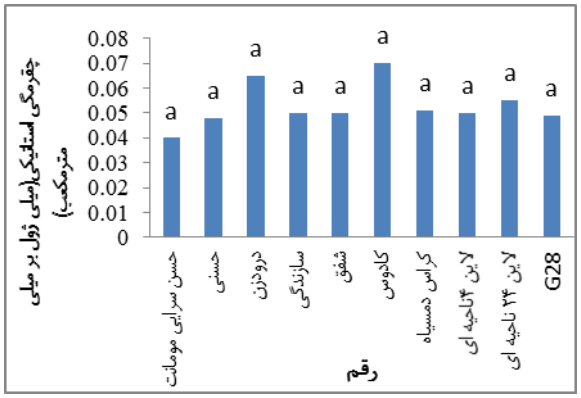
از لحاظ چقرمگی دینامیکی رقم کادوس با میانگین ۱/۱۱ میلی ژول بر میلی متر مکعب بیش ترین چقرمگی دینامیکی را نسبت به لاین ٤ ناحیه ای با میانگین ۰/۵۰میلی ژول بر میلی متر مکعب داشت(شکل٤).



شکل ۵– اثر رقم بر بار بیشینه دانه.



شکل ٦– اثر رقم بر شیب خطی دانه.



شکل ۷– اثر رقم بر چقرمگی استاتیکی دانه

نتایج نشان می‌دهد ارقام در خواص مکانیکی شامل بار بیشینه و شیب خطی حاصل از آزمون فشاری با یکدیگر تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱٪دارند، ولی چقرمگی استاتیکی ارقام با یکدیگر تفاوت معنی داری نشان ندادند.

با توجه به شکل های ۵تا ۷ رقم کادوس دارای بیشترین میانگین شیب ابتدای منحنی نیرو–جابه جایی که نسبت به کمینه میانگین ها (مربوط به لاین ٤ ناحیه ای) افزایشی معادل ۵۳/۹۰ درصد مشاهده شد. در بین ارقام، رقم کادوس و حسن سرایی موتانت به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر چقرمگی و بیشینه نیروی گسیختگی را دارا بودند.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی دانه برنج

رقم اثر معنی‌داری (در سطح احتمال ۱٪) بر خواص فیزیکی دانهٔ برنج دارد. در بین ارقام مورد استفاده، رقم شفق دارای بیش‌ترین مقادیر طول، نسبت طول به عرض ، ضخامت و تخلخل و همچنین دارای کم‌ترین مقدار ضریب کرویت، سطح مقطع و دانسیته توده ای بود. رقم حسنی دارای بیش‌ترین مقادیر عرض، سطح مقطع، ضریب کرویت، سطح دانه، حجم و وزن هزار دانه و همچنین دارای کم‌ترین مقدار طول، نسبت طول به عرض بود. رقم سازندگی بیش ترین دانسیته واقعی، دانسیته توده ای، دارای کم‌ترین مقادیر سطح دانه، حجم، تخلخل و وزن هزار دانه داشت. کم‌ترین مقادیر عرض و دانسیته واقعی مربوط به رقم دردزن بود. علت تفاوت در ابعاد و اندازهٔ دانه‌ها، می تواند خصوصیات ذاتی هر یک از ارقام و شرایط محیطی باشد.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری خواص مکانیکی

رقم، اثر معنی‌داری در (سطح احتمال ۱٪) بر خواص مقاومت به شکست، مقاومت به فشار و سختی دانهٔ برنج دارد. در بین ارقام استفاده شده در بارگذاری ضربه‌ای، رقم کادوس ولاین ٤ ناحیه به ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر انرژی شکست، انرژی ویژه شکست و چقرمگی دینامیکی شکست بودند. بنابراین رقم کادوس، مقاوم‌ترین رقم نسبت به بارگذاری ضربه‌ای شناخته شد، همچنین از لحاظ چقرمگی شکست لاین ٤ ناحیه ای حساس ترین نسبت به بارگذاری ضربه‌ای بود. در بین ارقام مورد استفاده در آزمون فشاری، رقم کادوس و حسن سرایی به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر چقرمگی

استاتیکی و بیشینه نیروی گسیختگی را دارا بودند. در بین ارقام مورد استفاده در آزمون فشاری، رقم کادوس ولاین ٤ ناحیه ای به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقادیر شیب ابتدای منحنی نیرو–جابه جا یی را داشتند.

منابع و مآخذ

۱. زمانی ، ق. و علیزاده، م. ۱۳۸٦. خصوصیات و فرآوری ارقام مختلف ایران. چاپ اول، تهران، انتشارات پلک.

۲. قبادپور، ا. ۱۳۸۸. طراحی، ساخت و ارزیابی دستگاه مقاومت به ضربه غلات. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.

3. Arnord, P.C. & Robert, A.W. 1969. Fundamental aspects of load-deformation behavior of wheat grains. Transaction of the ASAE, 12, 104-108.

4. Fan, J. Siebenmorgen, T.J. Gartman, T.R. & Gardisser, D.R. 1998. Bulk density of long- and medium-grain rice varieties as affected by harvest and conditioning moisture contents. Cereal Chemistry, 75, 254-258.

5. Martin, C.R. & Steel, J.L. 1996. Evaluation of rotor-cresent design for sensing wheat kernel hardness. Transactions of the ASAE, 39, 2223-2227.

6. Mohsenin, N.N. 1996. Physical properties of plant and animal materials, 3nd Ed ed. Gordon and Breach Science published.

7. Nguyen, C.N. & Kunze, O.R. 1984. Fissures relates to post-drying treatment in rough rice. Cereal Chimestry, 61, 63-68.

8. Paulsen, M.R. 1978. Fracture resistance of soybeans to compressive loading. Transaction of the ASAE, 21(6): 1210-1216.

9. Shitanda, D. Nishiyama, Y. & Koide, S. 2002. Compressive strength properties of rough rice considering variation of contact area. Journal of Food Engineering, 53(1), 53-58.

10. Zhang, Q. Yang, W. & Sun, Z. 2005. Mechanical properties of sound and fissured rice kernels and their implications for rice breakage. Journal of Food Engineering, 68(1), 65-72.

Evaluation and Determination some of the physical and mechanical properties of Different Varieties of Persian Rice

Abstract

Using the physical and mechanical properties, especially in seed crops, for determination of grain quality and sorting can be useful. In this study the physical properties of 10 rice varieties of Persian rice including the dimensions, sphericity index, cross section, surface area and grain weight were studied. Also, the mechanical properties rice varieties, including the impact strength and reshape to power relationships were evaluated. The results of this study showed that varieties effect is significant (level 1%) on the physical properties, fracture strength and pressure strength. Among varieties used in the impact loading, varieties of kadus and line 4 have the highest and lowest the special energy of fracture and toughness of dynamic, respectively. Also, among varieties used in the pressure test, varieties of Kadus and Hassan Saraei have highest and lowest the Static toughness of and maximum failure force, respectively.

Keywords: Maximum power failure, physical properties, mechanical properties, Rice.