

بررسی خواص مکانیکی دانه برخی ارقام متداول گندم تحت آزمون خمش

ناصرکانیاوی^۱، کمال ایمانیان^۱، عزت اله عسکری اصلی^۲

۱ و ۲ - به ترتیب کارشناس ارشد و استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه

محقق اردبیلی

ایمیل مکاتبه کننده: nasersshahi2005@yahoo.com

دریافت: ۹۲/۰۳/۱۸ پذیرش: ۹۲/۱۱/۰۱

چکیده

صدمات مکانیکی در محصولات کشاورزی پدیده‌ای است که شرایط را برای ایجاد ضایعات فراهم می‌سازد. بر این اساس شناسایی شرایط و عواملی که بر وقوع صدمات مکانیکی (تخریب) در محصولات کشاورزی مؤثرند نهایتاً به کاهش ضایعات در این بخش منجر خواهد شد. طی این پژوهش، با انجام آزمون خمش بر روی دانه گندم، پارامترهای استحکام خمشی، بیشینه تنش خمشی، چقرمگی و مدول الاستیسیته در چند رقم متداول گندم (سه رقم به نام‌های آذر ۲، MV و سبلان) و در سطوح محتوی رطوبتی (۱۲، ۱۵، ۱۸ و ۲۱ w.b.٪) مورد بررسی قرار گرفت. بیشترین استحکام خمشی مربوط به رقم آذر ۲ در رطوبت ۱۲w.b.٪ با مقدار ۹۱/۹۷۸ N و کمترین استحکام خمشی مربوط به رقم سبلان در رطوبت ۲۱ w.b.٪ با مقدار ۲۳/۸۹۲ N می‌باشد. بیشترین میانگین تنش خمشی مربوط به رقم آذر ۲ در رطوبت ۱۲٪ با مقدار (۲۶/۹۸۲Mpa) و کمترین میانگین تنش خمشی مربوط به رقم سبلان در رطوبت ۲۱ w.b.٪ با مقدار (۷/۱۱ Mpa) بدست آمد. بیشترین میانگین مدول الاستیسیته مربوط به رقم سبلان در رطوبت ۱۲w.b.٪ با مقدار (۷۲/۷۱۴Mpa) و کمترین میانگین مدول الاستیسیته مربوط به رقم MV_{۱۷} در رطوبت ۲۱ w.b.٪ با مقدار (۱۰/۸۹۴Mpa) بدست آمد.

واژگان کلیدی: آزمون خمش، مدول الاستیسیته، چقرمگی، تنش خمشی، استحکام خمشی

۱ - مقدمه

بندی می‌شوند. رئولوژی به علم جریان و تغییر

شکل مواد گفته می‌شود. بنابراین وقتی نیرویی بر

جسم وارد می‌شود، منجر به تغییر شکل یا تغییر در

جریان ماده خواهد شد. در این صورت خواص

مکانیکی به عنوان خواص رئولوژیکی در نظر گرفته

می‌شود. علاوه بر این در علم رئولوژی، اثر زمان در

خواص مکانیکی به خواص مربوط به رفتار یک

ماده تحت تاثیر بار یا نیرو اطلاق می‌شود. با این

تعریف، خواصی از قبیل رفتار تنش-کرنش یک ماده

تحت بار استاتیکی یا دینامیکی و خصوصیات جریان

ماده در آب یا هوا به عنوان خواص مکانیکی طبقه

طی بارگذاری یک جسم نیز مورد توجه است. از اینرو در علم رئولوژی، رفتار مکانیکی بر حسب سه پارامتر نیرو، تغییر شکل و زمان بیان می‌شود. خواصی مانند رفتار تنش و کرنش وابسته به زمان، خزش، رهایی تنش و ویسکوزیته (یاگرانروی) مثال‌هایی از خواص رئولوژیکی هستند. سایر خواص مکانیکی معمولاً با حرکت ماده تحت تاثیر نیرو همراه هستند. برای مثال می‌توان به خواصی نظیر ضریب دراگ (کشش)، سرعت حد، پس‌جهش و ضریب برگشت در ضربه و جریان مواد در توده اشاره کرد.

صدمات مکانیکی در محصولات کشاورزی پدیده‌ای است که شرایط را بطور مستقیم و غیرمستقیم برای ایجاد ضایعات فراهم می‌سازد. بر این اساس شناسایی شرایط و عواملی که بر وقوع صدمات مکانیکی (تخریب) در محصولات کشاورزی مؤثرند نهایتاً به کاهش ضایعات در این بخش منجر خواهد شد (Mohsenin, 1978). در اثر صدمات مکانیکی در هر حالت کیفیت محصول کاهش پیدا می‌کند و در شرایط صدمات گسترده می‌تواند سبب فساد سریع شود که در نهایت به ضایع شدن کامل محصول می‌انجامد. در مواردی که مدت ذخیره‌سازی طولانی باشد، مواد فاسد شده حتی می‌توانند برای محصولات سالمی که با آنها در تماس هستند، نیز خطرناک باشند. بنابراین به وضوح مشخص است که صدمات مکانیکی از لحاظ

اقتصادی از اهمیت زیادی برخوردارند. در واقع یکی از نتایج جانبی به‌کارگیری مکانیزاسیون در تولید و فرآوری محصولات کشاورزی، بروز صدمات مکانیکی است که در مراحل برداشت و پس از برداشت در مزرعه و یا خارج از مزرعه رخ می‌دهد (Minaie, 1380).

در همین راستا افکاری سیاح، در آزمایش تنش آسایی بر روی پنج رقم مختلف گندم، در دو سطح کرنش ۱۰٪ و ۲۰٪ و سطوح رطوبتی ۹، ۱۳ و ۱۵٪ به این نتیجه رسیدند که فاکتور رطوبت تاثیر معنی‌داری بر روی خواص ویسکوالاستیک دانه گندم دارد، به طوری‌که با افزایش رطوبت مقدار نیرو کاهش می‌یابد. در طی تحقیقی (Herum et al, 1979)، رفتار تنش آسایی دانه سویا را با مدل عمومی ماکسول مورد بررسی قرار دادند و در این آزمایش عوامل دما و رطوبت به عنوان پارامترهای تاثیرگذار بر رفتار مکانیکی دانه شناخته شد. در آزمایش دیگری بر روی رفتار رئولوژیکی دانه کلزا و گندم، اثر سطوح مختلف رطوبت بر روی منحنی تنش آسایی در سطح کرنش ۲۰٪ و سرعت تغییرش کل ۱/۵ میلی‌متر بر دقیقه مورد بررسی قرار گرفت. (Ashtiani et al, 1386) خواص مکانیکی دو رقم رایج شلتوک برنج منطقه اصفهان به نام‌های سرخه و سازندگی را در سه سطح رطوبتی تحت آزمون‌های فشاری و خمش سه نقطه‌ای قرار دادند. تحت این دو آزمون، پارامترهای بیشینه نیرو و

انرژی شکست، انرژی ویژه شکست، بیشینه تنش

خمشی، چقرمگی و ضریب کشسانی ظاهری

استخراج شد. نتایج تجزیه آماری مربوط به آزمون

خمش، حاکی از معنی‌دار بودن اثر رقم بر نیروی

شکست، بیشینه تنش خمشی، انرژی شکست و

انرژی ویژه شکست در سطح احتمال ۱٪ بود، ولی اثر

رقم بر ضریب کشسانی ظاهری معنی‌دار نشد. آن‌ها

با تعیین شاخص کیفی عملکرد برنج سالم^۱ (HRY)

و بررسی رابطه بین بیشینه نیروی فشاری و خمشی

با این شاخص، به این نتیجه رسیدند که بیشینه

نیروی خمشی معیار مناسب‌تری در ارتباط با HRY

است. (Zhang et al, 2005) با انجام آزمون خمش

سه نقطه‌ای، خواص مکانیکی برنج قهوه‌ای را پس از

فرآیند خشک کردن اندازه‌گیری کردند. نتایج

تحقیق آن‌ها نشان داد که با افزایش مدت زمان

خشک کردن، ضریب کشسانی، مقاومت خمشی و

انرژی شکست در دانه‌های برنج سالم افزایش ولی

در دانه‌های ترک‌دار، این خواص کاهش می‌یابد.

۲- مواد و روش‌ها

به منظور تهیه نمونه‌هایی با رطوبت مورد نیاز

در آزمایشات (۱۲، ۱۵، ۱۸ و ۲۱w.b.٪)، ابتدا با

استفاده از فرمول‌های زیر مقدار آب مقطر مورد نیاز

که باید به نمونه‌ها اضافه شود محاسبه گردید

(Mohsenin, 1978).

$$w_i \left(1 - \frac{m_i}{100} \right) = w_f \left(1 - \frac{m_f}{100} \right) \quad (1)$$

$$W_i + W_i = W_w \quad (2)$$

W_i = جرم محصول با رطوبت اولیه (gr)

W_f = جرم محصول با رطوبت نهایی (gr)

W_w = جرم آب اضافه شده به محصول (gr)

m_i = درصد رطوبت اولیه بر پایه تر

m_f = درصد رطوبت نهایی بر پایه تر

آب مورد نیاز به دانه‌ها اضافه و با آن‌ها کاملاً

مخلوط گردید. سپس دانه‌ها، در کیسه‌های

پلاستیکی ریخته شده و کاملاً مسدود شدند و به

مدت دو روز در یخچال در دمای ۱۰ درجه

سانتیگراد قرار داده شد تا به سطوح رطوبتی مطلوب

و یکنواخت برسند. مدتی قبل از شروع آزمایشات به

منظور هم دما شدن نمونه‌ها با محیط آزمایش،

نمونه‌ها از یخچال خارج شده و در محیط آزمایش

قرار گرفت. از هر نمونه ۱۰ دانه تصادفی انتخاب و

سپس تحت آزمون خمش سه نقطه‌ای قرار گرفتند.

برای این منظور از دستگاه آزمون کشش - فشار

سری STM-20 ساخت شرکت طراحی مهندسی

سنتام^۲ استفاده شد (شکل ۱). برای انجام آزمون

خمش، قطعه‌ای بعنوان (دو) تکیه‌گاه دانه و نیز عامل

بارگذاری جدیدی (قطعه بالایی) ساخته شد.

². Santam Co.

¹. Head Rice Yield



الف



ب

شکل ۱: الف- نمای کلی دستگاه تست کشش و فشار سنتام سری STM-20، ب- نمایی از تکیه‌گاه و عامل بارگذاری
Figure 1: A) Overview of tension and compression testing device Sntam series of STM-20 B) View of the fulcrum and factor loading

در هر آزمون، دانه گندم به صورت افقی و از	بارگذاری ۰/۵mm/min بر دانه‌ها، منحنی نیرو-
طرف قطر بزرگ و پهلوی به صورت تیر بر روی	تغییر شکل برای تمامی نمونه‌ها به دست آمد.
تکیه‌گاه‌ها قرار گرفته و مجموعه تکیه‌گاه و عامل	پس از رسم منحنی، پارامترهای تغییر شکل در
بارگذاری بین دو فک اصلی دستگاه قرار داده شد.	نقطه شکست (x_{max}) و نیروی شکست (F_{max}) از
به این ترتیب با اعمال نیروی شبه‌استاتیک با آهنگ	روی منحنی تعیین شد. آنگاه پارامترهای انرژی

گرفته شد)، C فاصله محور خنثی از لایه خارجی دانه و I ممان اینرسی دانه می‌باشد.

با فرض بیضی بودن مقطع دانه گندم، پارامترهای C و I را می‌توان از روابط ۷ و ۸ محاسبه کرد (Mohsenin, 1978).

$$C = \frac{D}{2} \quad (7)$$

$$I = 0.049BD^3 \quad (8)$$

مقدار چغرمگی از نسبت انرژی شکست به حجم دانه (رابطه ۹) محاسبه می‌گردد.

$$Th = \frac{\int F.d\delta}{V} \quad (9)$$

که در آن Th چغرمگی ($GN.m/m^3$) و V حجم دانه (m^3) می‌باشد. حجم دانه از رابطه ۱۰ محاسبه می‌گردد.

$$V = \frac{4}{3}\pi abc \quad (10)$$

که a ، b و c به ترتیب معادل نصف اقطار بزرگ، متوسط و کوچک دانه می‌باشند. ضریب کشسانی ظاهری (E) بر حسب (N/m^2) نیز از رابطه ۱۱ بدست آمد. در این رابطه، δ تغییر شکل (m) متناظر با نیروی F می‌باشد.

$$E = \frac{FL^3}{48I\delta} \quad (11)$$

در مجموع، ۱۲۰ تست خمش بر روی دانه گندم انجام شد که شامل ۴ سطح رطوبتی، ۳ رقم و ۱۰ تکرار بود. برای تجزیه و تحلیل داده‌های بدست

شکست (G)، انرژی ویژه شکست (G_s)، بیشینه تنش خمشی (σ_{max})، چغرمگی (Th) و ضریب کشسانی ظاهری (E) مطابق با روابط ۳ تا ۱۱ محاسبه شدند (Zhang *etal*, 2005). در مورد انرژی شکست می‌توان نوشت:

$$G = \int F.d\delta \quad (3)$$

که $\int F.d\delta$ سطح زیر منحنی بر حسب ژول، F بر حسب نیوتن و δ بر حسب متر می‌باشد. انرژی ویژه شکست (J/m^2) نیز از رابطه ۴ بدست می‌آید:

$$G_s = \frac{\int F.d\delta}{A} \quad (4)$$

که A مساحت سطح (m^2) شکست بوده و از رابطه ۵ محاسبه می‌گردد.

$$A = \frac{\pi}{4} BD \quad (5)$$

B و D به ترتیب قطرهای متوسط و کوچک دانه بر حسب (m) می‌باشند. بیشینه تنش خمشی (N/m^2) را نیز می‌توان مطابق با رابطه ۶ به دست آورد:

$$\sigma_{max} = \frac{FLC}{4I} \quad (6)$$

که در آن F بیشینه نیروی خمشی (نیروی شکست)، L فاصله بین دو تکیه‌گاه (که با توجه به میانگین طول دانه‌ها، معادل ۴ میلی‌متر در نظر

۳- نتایج و بحث

آمده از طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی و برای مقایسه میانگین اثرات اصلی و اثرات متقابل عوامل مستقل (رقم و رطوبت) از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح احتمال ۵٪ استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد.

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس خواص مکانیکی ارقام مختلف متداول گندم

Table 1: Analysis of variance of mechanical properties of conventional wheat varieties

منابع تغییرات					
رطوبت*رقم		رقم		رطوبت	
مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات
1.2739 ^{ns}	408.289	14.6918**	4708.626	13.0583**	4185.093
1.5041 ^{ns}	317.743	0.4678 ^{ns}	98.823	43.9144**	9276.888
1.5235 ^{ns}	43.225	12.3531**	350.48	18.1**	513.528
2.3657*	13.266	11.2302**	62.973	2.6366*	14.785

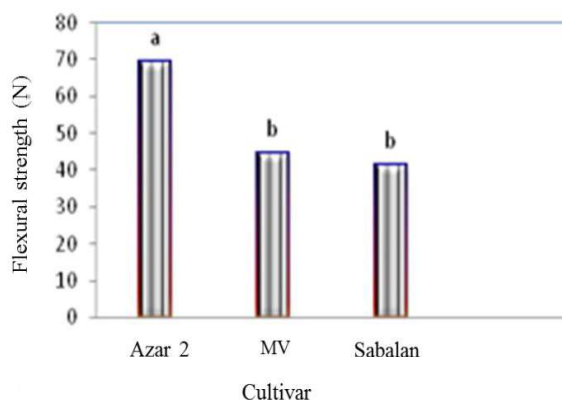
**معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، *معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ^{ns} عدم اثر معنی‌دار

۳-۱- استحکام خمشی

نتایج مقایسه میانگین اثرات رقم بر استحکام

خمشی بین سه رقم (شکل ۲) نشان داد که رقم آذر ۲ بیشترین مقدار (۶۹/۲۰۱N) را به خود اختصاص داده است. بنابراین مقاومت این رقم در برابر بارهای خمشی و همچنین دستگاه‌های فرآوری محصولات کشاورزی بیشتر است و مقدار آسیب پذیری این رقم کمتر از سایر ارقام مورد مطالعه است.

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثرات اصلی رقم و محتوای رطوبتی دانه بر استحکام خمشی دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشد. یعنی ارقام مختلف دارای استحکام خمشی کاملاً متفاوت می‌باشند. ولی اثرات متقابل این دو عامل بر استحکام خمشی معنی‌دار نشده است (جدول ۱).



شکل ۲: میانگین اثرات رقم بر استحکام خمشی دانه ارقام مختلف گندم

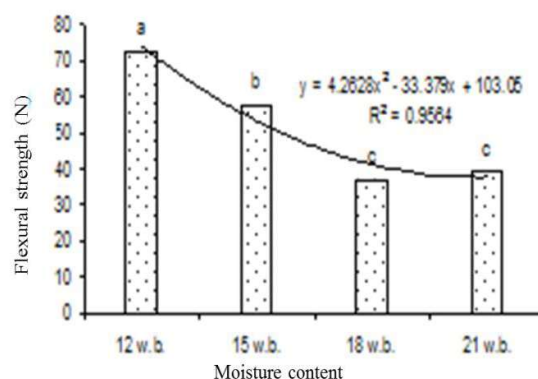
Figure 2: Mean cultivar effects on the flexural strength of different wheat cultivars

رقم بر استحکام خمشی در آزمایشات با رقم (شکل ۴) نشان داد با افزایش رطوبت از ۱۲ به ۱۸ w.b. مقدار استحکام خمشی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد، اما با افزایش بیشتر محتوای رطوبتی دانه کاهش معنی‌داری در استحکام خمشی دانه صورت نگرفته است.

بیشترین استحکام خمشی مربوط به رقم آذر ۲ در رطوبت ۱۲٪ با مقدار ۹۱/۹۷۸ N و کمترین استحکام خمشی مربوط به رقم سبلان در رطوبت ۲۱٪ با مقدار ۲۳/۸۹۲ N می‌باشد.

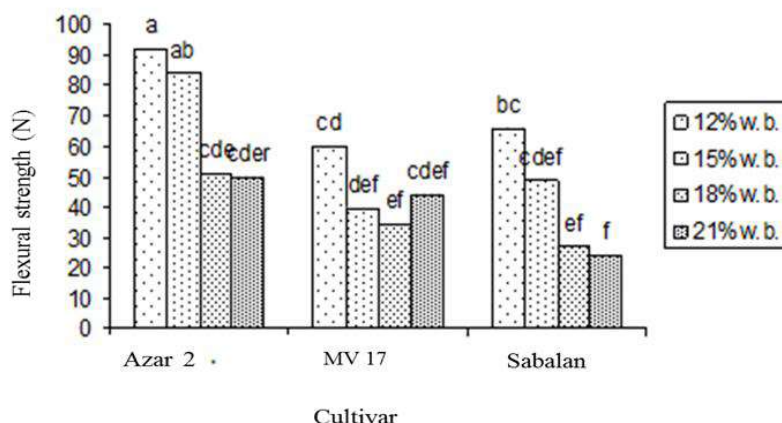
نتایج مقایسه میانگین اثرات محتوی رطوبت بر استحکام خمشی بین سه رقم (شکل ۳) نشان داد با افزایش رطوبت از ۱۲ به ۱۸ w.b. میانگین استحکام خمشی دانه بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد، اما با افزایش بیشتر محتوای رطوبتی دانه، کاهش معنی‌داری در میانگین استحکام خمشی به وجود نیامده است. دلیل این کاهش می‌تواند ناشی از این باشد که با افزایش محتوی رطوبتی دانه، بافت دانه سست‌تر شده و زودتر به مرحله گسیختگی می‌رسد. بنابراین برای شکست به نیروی کمتری نیاز دارد.

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل رطوبت و



شکل ۳: میانگین اثرات محتوای رطوبت بر استحکام خمشی دانه ارقام مختلف گندم

Figure 3: Average moisture content effects on flexural strength of different wheat cultivars



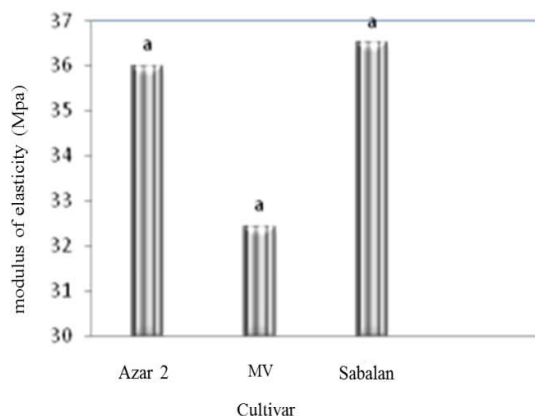
شکل ۴: میانگین اثرات متقابل رقم و رطوبت بر استحکام خمشی دانه ارقام مختلف گندم

Figure 4: Average moisture and cultivar interaction effects on flexural strength of different wheat cultivars

۳-۲-مدول الاستیسیته

نشان داد که ارقام سبلان و آذر ۲ به ترتیب از

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثرات اصلی
 بیشترین ۵۱۱/۳۶ (Mpa) و کمترین ۴۳۲/۳۲ (Mpa)
 محتوای رطوبتی دانه بر مدول الاستیسیته دانه در
 میانگین مدول الاستیسیته برخوردارند. از آنجایی که
 سطح احتمال ۱٪ معنی دار می باشد. ولی اثرات اصلی
 در مواد ترد، هر چقدر ضریب کشسانی دانه بیشتر
 باشد، میزان تردی آن بیشتر است بنابراین میزان
 رقم و اثرات متقابل این دو عامل بر مدول الاستیسیته
 آسیب پذیری رقم سبلان در برابر بارهای مکانیکی
 دانه معنی دار نشده است (جدول ۱). نتایج مقایسه
 میانگین اثرات رقم بر مدول الاستیسیته (شکل ۵)
 بیشتر از دو رقم دیگر است.

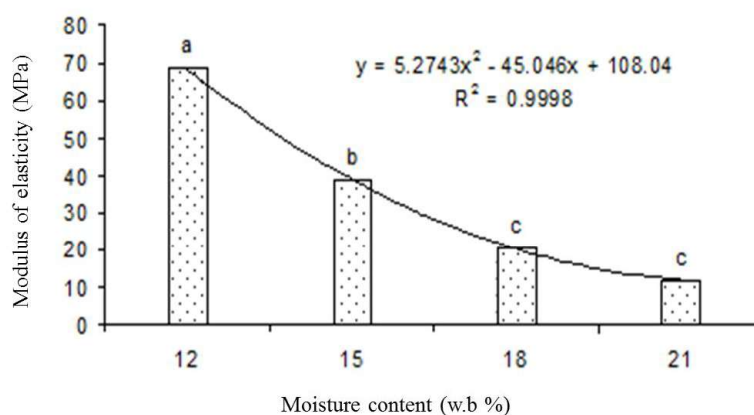


شکل ۵: میانگین اثرات رقم بر مدول الاستیسیته ارقام مختلف گندم

Figure 5: Mean cultivar effects on modulus of elasticity of different wheat cultivars

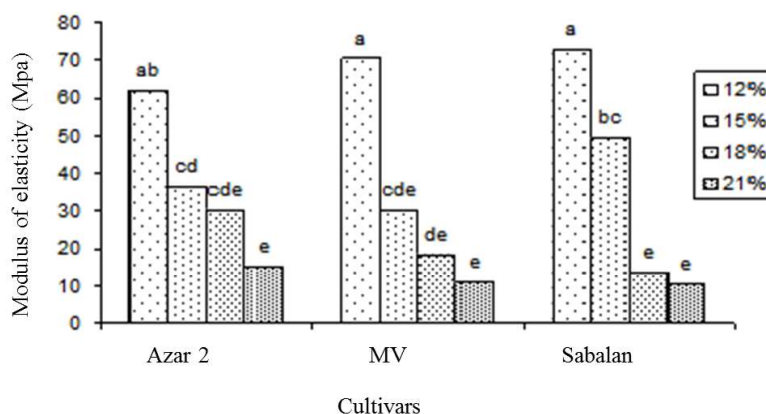
نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل رطوبت و رقم بر مدول الاستیسیته (شکل ۷) نشان داد که محتوای رطوبت تاثیر معنی‌داری (در سطح احتمال ۱٪) بر روی الاستیسیته دانه گندم دارد، بطوریکه با افزایش محتوای رطوبتی مقدار الاستیسیته دانه کاهش می‌یابد و این کاهش تا محتوای رطوبتی ۱۸٪ w.b. معنی‌دار بوده، ولی با افزایش بیشتر محتوای رطوبتی دانه مقدار کاهش میانگین الاستیسیته معنی‌دار نیست. بیشترین مقدار میانگین مدول الاستیسیته مربوط به رقم سبلان در رطوبت ۱۲٪ است.

نتایج مقایسه میانگین اثرات محتوای رطوبتی دانه بر مدول الاستیسیته (شکل ۶) نشان داد که محتوای رطوبتی دانه تاثیر معنی‌داری (در سطح احتمال ۱٪) بر الاستیسیته دانه گندم دارد، به طوریکه با افزایش رطوبت مقدار الاستیسیته کاهش می‌یابد و این کاهش تا محتوای رطوبتی ۱۸ w.b. ٪ معنی‌دار بوده، ولی با افزایش بیشتر محتوای رطوبتی دانه کاهش معنی‌دار در الاستیسیته دانه وجود نمی‌آید. بنابراین با افزایش رطوبت از میزان تردی دانه کاسته می‌شود و قابلیت شکست دانه‌های گندم کاهش یافته و باعث می‌شود که دانه گندم در مراحل فرآوری با آسیب کمتری مواجه گردد.



شکل ۶: میانگین اثرات محتوای رطوبت بر مدول الاستیسیته دانه ارقام مختلف گندم

Figure 6: Average moisture content effects on modulus of elasticity of different wheat cultivars



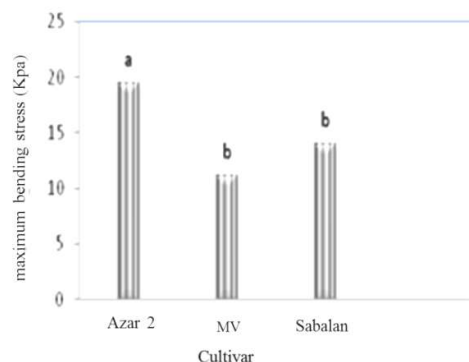
شکل ۷: میانگین اثرات متقابل رقم و رطوبت بر مدول الاستیسیته دانه ارقام مختلف گندم

Figure 7: Mean cultivar and moisture interaction effects on modulus of elasticity on different wheat cultivars

۳-۳- پیشینه تنش خمشی

بیشترین مقدار (۱۹/۴۳۸Mpa) تنش خمشی را به خود اختصاص داده است، ولی بین دو رقم دیگر اختلاف معنی داری مشاهده نشد. دلیل آن این است که تنش خمشی رابطه مستقیم با استحکام خمشی دارد و از آنجا که استحکام خمشی رقم آذر ۲ بیشتر از دو رقم دیگر است، پس مقدار تنش خمشی این رقم از دو رقم دیگر بیشتر است.

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به پیشینه تنش خمشی (جدول ۱) نشان داد که اثرات اصلی رقم و رطوبت بر این عامل معنی دار ولی اثرات متقابل آن‌ها معنی دار نشده است. نتایج مقایسه میانگین اثرات رقم بر پیشینه تنش خمشی (شکل ۸) نشان داد که رقم آذر ۲

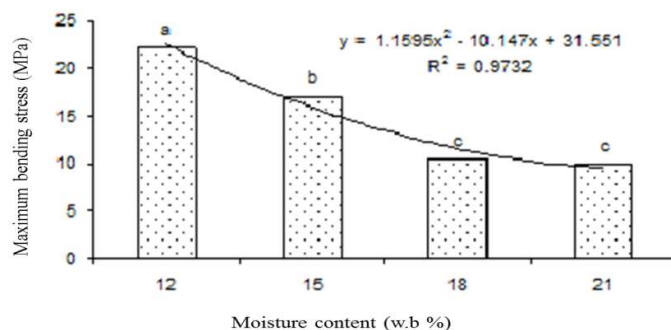


شکل ۸: میانگین اثرات رقم بر بیشینه تنش خمشی ارقام مختلف گندم

Figure 8: Mean cultivar effects on maximum bending stress of different wheat cultivars

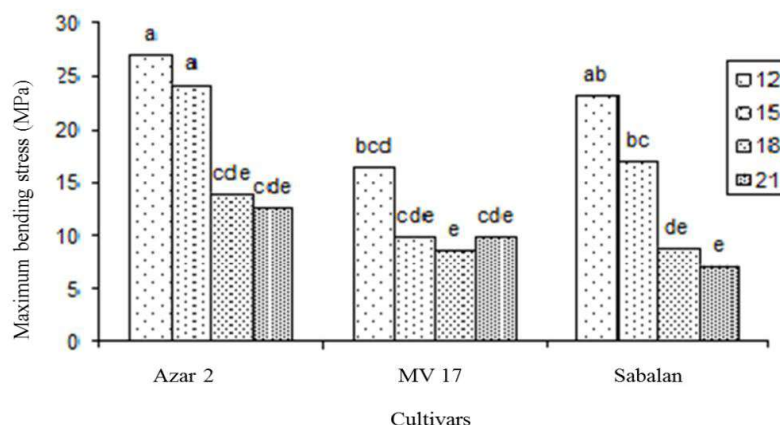
نتایج مقایسه میانگین اثرات محتوی رطوبتی دانه بر بیشینه تنش خمشی (شکل ۹) نشان داد که با افزایش محتوی رطوبتی دانه از ۱۲ تا ۱۵ w.b.٪ در هر سه رقم کاهش معنی‌داری در تنش خمشی مشاهده نشد، اما در آزمایشات با دو رقم آذر ۲ و سبلان با افزایش بیشتر محتوی رطوبت اختلاف معنی‌داری در تنش خمشی مشاهده شد. بیشترین تنش خمشی مربوط به رقم آذر ۲ در رطوبت ۱۲٪ با مقدار (۲۶/۹۸۲Mpa) و کمترین میانگین تنش خمشی مربوط به رقم سبلان در رطوبت ۲۱٪ با مقدار (۷/۱۱Mpa) به دست آمد.

نتایج مقایسه میانگین اثرات محتوی رطوبتی دانه بر بیشینه تنش خمشی (شکل ۹) نشان داد که با افزایش محتوی رطوبتی دانه از ۱۲ به ۱۸ w.b.٪ کاهش معنی‌داری در تنش خمشی مشاهده شد، اما با افزایش بیشتر محتوی رطوبتی دانه اختلاف معنی‌داری در تنش خمشی مشاهده نشد. از آنجا که تنش، برابر با شدت نیروی وارد بر یک سطح می‌باشد و با افزایش رطوبت، سطح مقطع ماده بزرگتر و نیروی مورد نیاز برای گسیختگی کاهش می‌یابد. در نتیجه مقدار تنش خمشی کاهش می‌یابد. نتایج مقایسه میانگین اثرات رطوبت و رقم



شکل ۹: میانگین اثرات محتوی رطوبت بر بیشینه تنش خمشی دانه ارقام مختلف گندم

Figure 9: Mean moisture content effects on maximum bending stress of different wheat cultivars



شکل ۱۰: میانگین اثرات متقابل رقم و رطوبت بر بیشینه تنش خمشی دانه ارقام مختلف گندم

Figure 10: Mean cultivars and moisture interaction effects on maximum bending stress of differens wheat cultivars.

۴-۳- چغرمگی

خواهد بود، بنابراین در بین سه رقم مورد آزمایش،

رقم سبلان تردی بیشتر و رقم آذر ۲ چغرمگی

(نرمی) بیشتری خواهد داشت. نتایج مقایسه

میانگین اثرات رطوبت بر چغرمگی دانه (شکل ۱۲)

نشان داد که با افزایش محتوای رطوبتی دانه تا ۱۸٪

مقدار چغرمگی از $(4/045 \text{ GN.m/m}^3)$ به

$(2/493 \text{ GN.m/m}^3)$ کاهش (غیر معنی دار) و سپس

با افزایش محتوای رطوبتی دانه تا 21 w.b. ،

چغرمگی افزایش معنی داری داشته است.

نتایج آنالیز واریانس داده های به دست آمده از

چغرمگی دانه نشان داد که اثرات اصلی رقم و

محتوای رطوبتی دانه و اثرات متقابل این دو بر

چغرمگی دانه معنی دار است. نتایج مقایسه میانگین

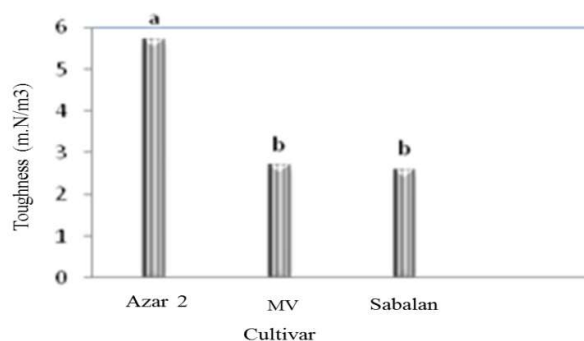
اثرات اصلی رقم بر چغرمگی دانه (شکل ۱۱) نشان

داد که رقم آذر ۲ بیشترین میانگین چغرمگی

$(5/706 \text{ GN.m/m}^3)$ را داراست. از آنجایی که در

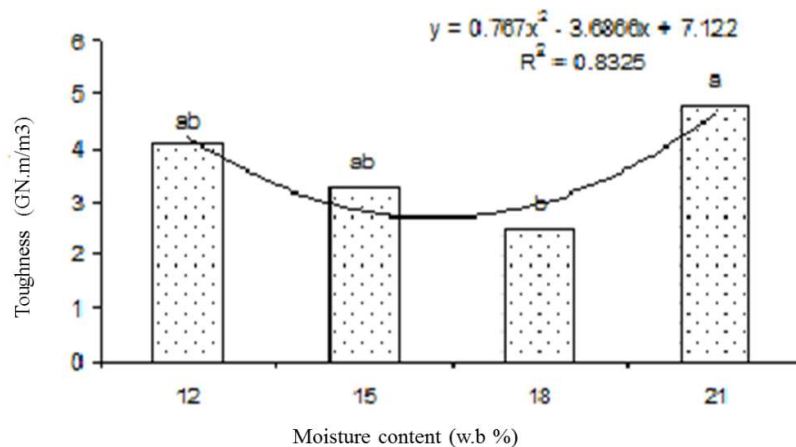
مواد ترد، هر چقدر مدول الاستیسیته دانه بیشتر

باشد، میزان تردی آن بیشتر و چغرمگی آن کمتر



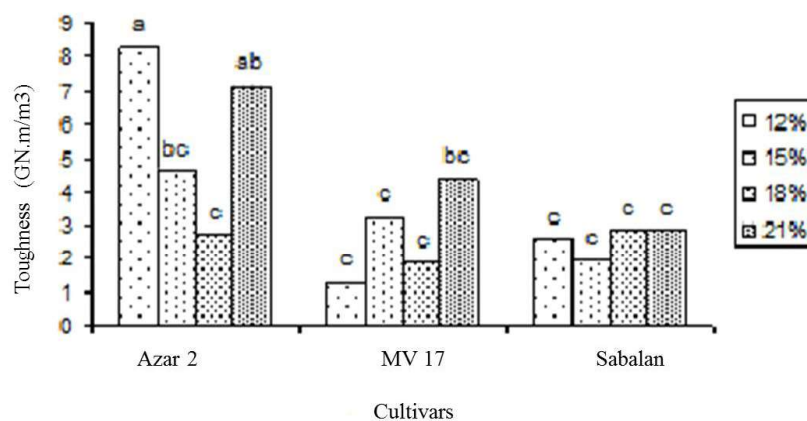
شکل ۱۱: میانگین اثرات اصلی رقم بر مقدار چغرمگی دانه ارقام مختلف گندم

Figure 11: Mean cultivar main effects on the toughness of different wheat cultivars



شکل ۱۲: میانگین اثرات محتوای رطوبت بر مقدار چغرمگی دانه ارقام مختلف گندم

Figure 12: Mean moisture content effects on the toughness of different wheat cultivars



شکل ۱۳: میانگین اثرات متقابل رقم و رطوبت بر مقدار چغرمگی دانه ارقام مختلف گندم

Figure 13: Mean cultivar interaction effects and moisture on the toughness of different wheat cultivars

۴- نتیجه گیری

۱- ارقام مختلف دارای استحکام خمشی کاملاً متفاوت می‌باشند. از بین ارقام مورد آزمایش (آذر ۲، سبلان و MV_{۱۷}) رقم آذر ۲، از بیشترین مقدار استحکام خمشی و رقم سبلان از کمترین مقدار استحکام خمشی برخوردار است. در نتیجه میزان

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و محتوای رطوبتی دانه بر چغرمگی دانه نشان داد که در رقم آذر ۲ با افزایش محتوای رطوبتی دانه از ۱۲ به ۱۵ w.b.٪ و همچنین از ۱۸ به ۲۱ w.b.٪ چغرمگی دانه بطور معنی دار تغییر می‌کند.

- آسیب پذیری رقم سبلان در برابر بارهای مکانیکی بیشتر از دو رقم دیگر است.
- الاستیسیته متفاوتی (از لحاظ آماری) برخوردار نیستند.
- ۲- افزایش میزان محتوای رطوبتی دانه تا w.b. باعث کاهش استحکام خمشی، مدول ۱۸٪، و بیشینه تنش خمشی و چقرمگی دانه می گردد. در نتیجه در مراحل فرآوری، دانه با آسیب کمتری مواجه می شود. ارقام مورد آزمایش از مدول ۳- بیشترین تنش خمشی (۲۶/۹۸۲Mpa) به رقم آذر ۲ در رطوبت ۱۲٪ و کمترین میانگین تنش خمشی (۷/۱۱Mpa) مربوط به رقم سبلان در رطوبت ۲۱٪ اختصاص دارد.

۵- فهرست منابع

1. Afkari Saiah, A.H., 1382. Wheat grain hardness measurement and its correlation with produced flour quality, **PHD Thesis**, Department of Agricultural Machinery, College of Agriculture, University of Tarbiat Modares, Tehran, Iran. In persian.
2. Tavakoli H.T., 1382. Mechanics of agricultural products, **Zanjan University press**, First edition, p 520. In persian.
3. Ashtiani araghi H., sadeghi m., hemmat a., khoshtaghaza m.h., 1386. Determining the mechanical properties of paddy under three- point bending and compression tests under static load, **Third student conference on agriculture machinery engineering and mechanization**, Shiraz, Iran. In persian.
4. Herum, F.L., Mansah, J. and Barre, J.H. and Majidzadeh, K. 1979. Viscoelastic behavior of soyabeans due to temperature and moisture content. **Transactions of the ASAE**. 1219-1224.
5. Aquerreta, J., Iguaz, A., Arroqui, C., Virseda, P., 2007. Effect of high temperature intermittent drying and tempering on rough rice quality. **Journal of Food Engineering**. 80: 611-618.
6. ASAE, 2001. Moisture measurement-underground grain and seeds. **American Society of Agricultural Engineers**, pp. 567 - 568
7. Cook, J.R., Dickens, J.W., 1971. A centrifugal fan for impact testing of seeds. **Transactions of the ASAE**. 14(1): 147-155.
8. Lu, R., Siebenmorgen, T.J., 1995. Correlation of head rice yield to selected physical and mechanical properties of rice kernel. **Transactions of the ASAE**. 38(3): 889-894.

9. Mohsenin, N.N., 1978. Physical Properties of Plant and Animal Materials. **1st edn. Gordon and Breach, New York, NY.**
10. Reddy, B.S., Chakraverty, A. 2004. Physical properties of raw and parboiled paddy. **Biosystems Engineering.** 88(4): 461-466.
11. 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: 65-72.

Study of Grain Mechanical Properties Under Bending Test in Some Common Wheat

¹N. Kanyawi,¹K. Imanian, ²E. Askari Asli -Ardeh

¹ M.S. student, Department of Agricultural Machinery, College of Agriculture,
University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

² Assistant professor, Department of Agricultural Machinery, College of Agriculture,
University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

*Corresponding author's e-mail address: nashah2005@yahoo.com

Received: 2013- 06- 08 Accepted: 2014- 01- 21

Abstract

Mechanical damages in agricultural crops are phenomenon that provides conditions for creating wastes. For this reason, the identification of the effective conditions and factors on mechanical damages in the agricultural crops finally leading to reduce of wastes in this section. In this research, bending force, maximum of bending stress, toughness, modulus of elasticity of grain at common wheat varieties (Azar2 , MV 17 , Sabalan) at four levels of grain moisture content (12, 15 , 18 and 21% w.b.) have measured and investigated by bending test. The results of variance analysis revealed that main effects of variety and grain moisture contents were significant on wheat grain mechanical properties. Increasing the grain moisture content till 18% (w.b.) decreased bending strength, maximum of bending stress, toughness, modulus of elasticity. The higher grain moisture content from 18 %(w.b.) Increased the toughness and bending strength. Maximum of bending strength mean (91.978 N) related to variety of Azar2 in grain moisture content 12% (w.b.). Minimum of bending strength mean (23.892 N) related to variety of Sabalan in grain moisture content 21% (w.b.). Maximum of bending stress (26.982 MPa) related to variety of Azar2 in grain moisture content 12% (w.b.) and minimum of bending stress (7.11 MPa) related to variety of Sabalan in grain moisture content 21% (w.b.). Maximum of modulus of elasticity (72.714 MPa) related to variety of Sabalan in grain moisture content 12% w.b. and minimum of modulus of elasticity (10.894 MPa) related to variety of MV 17 in grain moisture content 21 % (w.b.).

Keywords Bending test, Modulus of elasticity, Toughness, Maximum of bending stress, Bending strength