بررسی خواص مکانیکی دانه برخی ارقام متداول گندم تحت آزمون خمش

ناصرشاهی[۱]، عزت اله عسکری اصلی اردە[۲] و امیر حسین افکاری سیاح[۲]

۱ و ۲ – به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار گروه مهندسی مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی

nasershahi2005@yahoo.com

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 ومدول الاستیسیته در چند رقم متداول گندم (سه رقم به نام‌های آذر۲، MV و سبلان) ودر سطوح محتوی رطوبتی (۱۲،۱۵،۱۸ و w.b. ۲۱٪)مورد بررسی قرار گرفت. بیشترین استحکام خمشی مربوط به رقم آذر۲ در رطوبت w.b. ۱۲٪ بامقدار N ۹۱/۹۷۸ و کمترین استحکام خمشی مربوط به رقم سبلان دررطوبت w.b. ۲۱٪ با مقدارN ۲۳/۸۹۲ می‌باشد. بیشترین میانگین تنش خمشی مربوط به رقم آذر۲ در رطوبت ۱۲٪ با مقدار(Mpa ۲۶/۹۸۲) و کمترین میانگین تنش خمشی مربوط به رقم سبلان در رطوبت w.b. ۲۱٪ با مقدار(Mpa ۷/۱۱) بدست آمد. بیشترین میانگین مدول الاستیسیته مربوط به رقم سبلان در رطوبت w.b. ۱۲٪ با مقدار(Mpa۷۲/۷۱۴) و کمترین میانگین مدول الاستیسیته مربوط به رقم MV در رطوبت w.b. ۲۱٪ با مقدار(Mpa ۱۰/۸۹۴) بدست آمد.

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

مقدمه

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 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 خواهدشد. در این صورت خواص مکانیکی به عنوان خواص رئولوژیکی در نظر گرفته می‌شود. علاوه بر این در علم رئولوژی، اثر زمان در طی بارگذاری یک جسم نیز مورد توجه است. پس از دیدگاه 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 معمولا" با حرکت ماده تحت تاثیر نیرو همراه هستند. برای مثال می توان به خواصی نظیر ضریب دراگ (کشش)،سرعت حد، پس جهش 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 غیر مستقیم 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(محسنین،۱۹۷۸). در اثر صدمات مکانیکی در هر حالت کیفیت محصول نزول 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 تماسند نیز خطرناک باشند. بنابراین بوضوح مشخص است که صدمات مکانیکی از لحاظ اقتصادی از اهمیت زیادی برخوردارند. در واقع یکی از نتایج جانبی بکارگیری 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 (Sitkei , 1986 و مینایی ، ۱۳۸۰).

درهمین راستا افکاری سیاح، آزمایش تنش آسایی را بر روی پنج رقم مختلف گندم، در دو سطح کرنش ۱۰٪و ۲۰ ٪ و سطوح رطوبتی ۹،۱۳و ۱۵٪ w.b. مورد بررسی قراردادند. مشخص گردید که فاکتور رطوبت تاثیر معنی‌داری بر روی خواص ویسکوالاستیک دانه گندم دارد، بطوریکه باافزایش رطوبت مقدار نیروکاهش می‌یابد. درطی تحقیقی توسط هرم و همکاران(Herum *et al.*, 1979) ، با استفاده ازمدل ماکسول عمومی رفتارتنش آسایی در مورد دانه سویا، مورد بررسی قرارگرفت و در این آزمایش عوامل دما و رطوبت به عنوان پارامترهای تاثیرگذاربررفتارمکانیکی دانه شناخته شد.در آزمایش دیگری برروی رفتاررئولوژیکی دانه کلزا و گندم، اثرسطوح مختلف رطوبت بر روی منحنی تنش آسایی در سطح کرنش ۲۰٪ و سرعت تغییرشکل ۱/۵میلی‌متربردقیقه مورد بررسی قرارگرفت. در این رابطه، آشتیانی عراقی و همکاران (۱۳۸٦) به منظور تعیین خواص مکانیکی شلتوک، دو رقم رایج برنج منطقه اصفهان به نام‌های سرخه و سازندگی را در سه سطح رطوبتی تحت آزمون‌های فشاری و خمش سه‌نقطه‌ای قرار دادند. تحت این دو آزمون، پارامترهای بیشینه نیرو و انرژی شکست، انرژی ویژهٔ شکست، بیشینه تنش خمشی، چقرمگی و ضریب کشسانی ظاهری استخراج شد. نتایج تجزیهٔ آماری مربوط به آزمون خمش، حاکی از معنی‌دار بودن اثر رقم بر نیروی شکست، بیشینه تنش خمشی، انرژی شکست و انرژی ویژهٔ شکست در سطح احتمال۱٪ بود، ولی اثر رقم بر ضریب کشسانی ظاهری معنی‌دار نشد. آنها با تعیین شاخص کیفی عملکرد برنج سالم[1] (HRY) و بررسی رابطهٔ بین بیشینه نیروی فشاری و خمشی با این شاخص، به این نتیجه رسیدند که بیشینه نیروی خمشی معیار مناسب‌تری در ارتباط با HRY است. ژانگ و همکاران (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 خشک‌کردن، ضریب کشسانی، مقاومت خمشی و انرژی شکست در دانه‌های برنج سالم افزایش ولی در دانه‌های ترک‌دار، این خواص کاهش می یابد.

1 . Head Rice Yield

مواد و روش‌ها

به منظور تهیه نمونه‌هایی با رطوبت مورد نیاز در آزمایشات در ٤ سطح رطوبتی۱۲، ۱۵، ۱۸ و ۲۱٪w.b. ابتدا با استفاده از فرمول‌های زیر مقدار آب مقطر مورد نیاز که باید به نمونه ها اضافه شود محاسبه گردید(Mohsenin, 1978).

$$w_i\left(1-\frac{m_i}{100}\right)=w_f\left(1-\frac{m_f}{100}\right) \quad (۱)$$

$$w_t + w_i = w_w \quad (۲)$$

w_i = وزن محصول با رطوبت اولیه (gr)

w_f = وزن محصول با رطوبت نهایی (gr)

w_w = وزن 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 کیسه های پلاستیکی ریخته شده وکاملاً 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(Reddy and Chakraverty, 2004). 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 ۵ دانه بطور تصادفی انتخاب و سپس تحت آزمون خمش سه نقطه ای 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.

(الف)

(ب)

شکل۱- الف- نمای کلی دستگاه تست کشش و فشار سنتام سری STM-20 ب- نمایی از تکیه‌گاه و عامل بارگذاری

2 . Santam Co.

در هر آزمون، دانه گندم به صورت افقی و از طرف قطر بزرگ و پهلو به صورت تیر بر روی تکیه‌گاه‌ها قرار گرفته و مجموعهٔ تکیه‌گاه و عامل بارگذاری بین دو فک اصلی دستگاه قرار داده شد. به این ترتیب با اعمال نیروی شبه‌استاتیک با آهنگ بارگذاری ۰/۵ mm/min بر دانه‌ها، منحنی نیرو – تغییرشکل برای تمامی نمونه‌ها بدست آمد.

پس از رسم منحنی، پارامترهای تغییرشکل در نقطهٔ شکست (x_{max}) و نیروی شکست (F_{max}) از روی منحنی تعیین شد. آنگاه پارامترهای انرژی شکست (G)، انرژی ویژهٔ شکست (G_s)، بیشینه تنش خمشی (σ_{max})، چقرمگی (Th) و ضریب کشسانی ظاهری (E) مطابق با روابط ۳ تا ۱۲ محاسبه شدند (Zhang *et al.*, 2005). در مورد انرژی شکست داریم:

$$G = \int F.d\delta \qquad (۳)$$

که $\int F.d\delta$ سطح زیر منحنی بر حسب ژول، F بر حسب نیوتن و δ بر حسب متر می‌باشد. انرژی ویژهٔ شکست(J/m^2) نیز از رابطهٔ ٤ بدست می‌آید:

$$G_s = \frac{\int F.d\delta}{A} \qquad (٤)$$

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

$$A = \frac{\pi}{4} BD \qquad (۵)$$

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 رابطهٔ ٦ بدست آورد:

$$\sigma_{max} = \frac{FLC}{4I} \qquad (٦)$$

که در آن F بیشینه نیروی خمشی (نیروی شکست)، L فاصلهٔ بین دو تکیه‌گاه (که با توجه به میانگین طول دانه‌ها، معادل٤ میلیمتر در نظر گرفته شد)، C فاصلهٔ محور خنثی از لایهٔ خارجی دانه و I ممان اینرسی دانه می‌باشد. با فرض بیضی بودن مقطع دانهٔ گندم، پارامترهای C و I را می‌توان از روابط ۷ و ۸ محاسبه کرد.

$$C = \frac{D}{2} \qquad (۷)$$

$$I = 0.049BD^3 \qquad (۸)$$

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

$$Th = \frac{\int F.d\delta}{V} \qquad (۹)$$

که در آن Th چغرمگی ($GN.m/m^3$) و V حجم دانه (m^3) می‌باشد. حجم دانه از رابطهٔ ۱۰ محاسبه می-گردد.

$$V = \frac{4}{3}\pi abc \qquad (۱۰)$$

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 رابطهٔ ۹ بدست آمد. در این رابطه، δ تغییر شکل(m) متناظر با نیروی F می‌باشد.

$$E = \frac{FL^3}{48I\delta} \qquad (۱۱)$$

در مجموع، ٦۰ تست خمش بر روی دانه گندم انجام شد که شامل ٤سطح رطوبتی، ۳ رقم و ۵ تکرار بود. برای تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده از طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کاملا" 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

نتایج و بحث

خلاصه نتایج تجزیه واریانس داده های مربوطه به خواص مکانیکی دانه در ارقام مورد آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

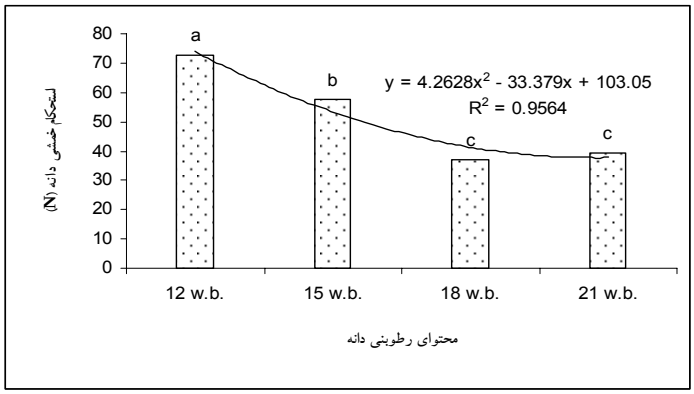
جدول ۱ – نتایج تجزیه واریانس خواص مکانیکی ارقام مختلف متداول گندم

خواص مکانیکی	منابع تغییرات					
	رطوبت		رقم		رطوبت*رقم	
	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F	میانگین مربعات	مقدار F
استحکام خمشی	٤١٨٥/٠٩٣	١٣/٠٥٨٣ **	٤٧٠٨/٦٢٦	١٤/ ٦٩١٨ **	٤٠٨/٢٨٩	١/٢٧٣٩ ns
مدول الاستیسیته	٩٢٧٦/٨٨٨	٤٣/٩١٤٤ **	٩٨/٨٢٣	٠/٤٦٧٨ ns	٣١٧/٧٤٣	١/٥٠٤١ ns
بیشینه تنش خمشی	٥١٣/٥٢٨	١٨/١**	٣٥٠/٤٨	١٢/٣٥٣١ **	٤٣/٢٢٥	١/٥٢٣٥ ns
چقرمگی	١٤/٧٨٥	٢/ ٦٣٦٦*	٦٢/٩٧٣	١١/٢٣٠٢**	١٣/٢٦٦	٢/٣٦٥٧*

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، * معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ns عدم اثر معنی‌دار

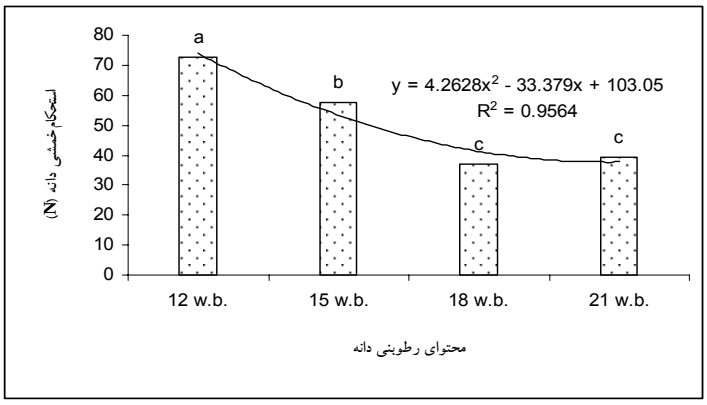
استحکام خمشی

نتاج آنالیز واریانس نشان داد که اثرات اصلی رقم و محتوای رطوبتی دانه بر استحکام خمشی دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار می‌باشد. یعنی ارقام مختلف دارای استحکام خمشی کاملا متفاوت می‌باشند. ولی اثرات متقابل این دو عامل بر استحکام خمشی معنی‌دار نشده است (جدول ۱).نتایج مقایسهٔ میانگین اثرات رقم بر استحکام خمشی بین سه رقم (شکل ۲) نشان داد که رقم آذر۲ بیشترین مقدار(٦٩/٢٠١N) رابه خوداختصاص داده است. بنابراین مقاومت این رقم در برابر بارهای خمشی و همچنین دستگاههای فرآوری محصولات کشاورزی بیشتراست و مقدارآسیب پذیری این رقم کمترازسایر ارقام مورد مطالعه است.



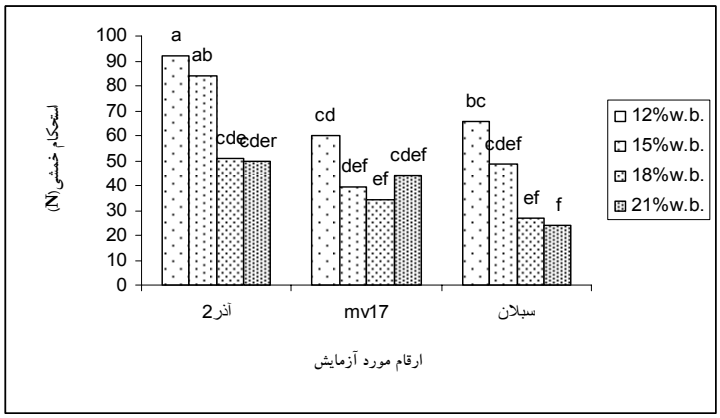
شکل۲ – میانگین اثرات رقم بر استحکام خمشی دانه ارقام مختلف گندم

نتایج مقایسهٔ میانگین اثرات محتوی رطوبت بر استحکام خمشی بین سه رقم (شکل ۳) نشان داد با افزایش رطوبت از ۱۲به .w.b ۱۸٪ میلنگین استحکام خمشی دانه بطور معنی‌داری کاهش می‌یابد، اما با افزایش بیشتر محتوای رطوبتی دانه کاهش معنی‌داری در میانگین استحکام خمشی بوجود نیامده است. دلیل این کاهش می‌تواند ناشی از این باشدکه با افزایش محتوی رطوبتی دانه، بافت دانه سست‌ترشده و زودتربه مرحله گسیختگی می‌رسد. بنابراین برای شکست به نیروی کمتری نیاز دارد.



شکل۳– میانگین اثرات محتوی رطوبت براستحکام خمشی دانه ارقام مختلف گندم

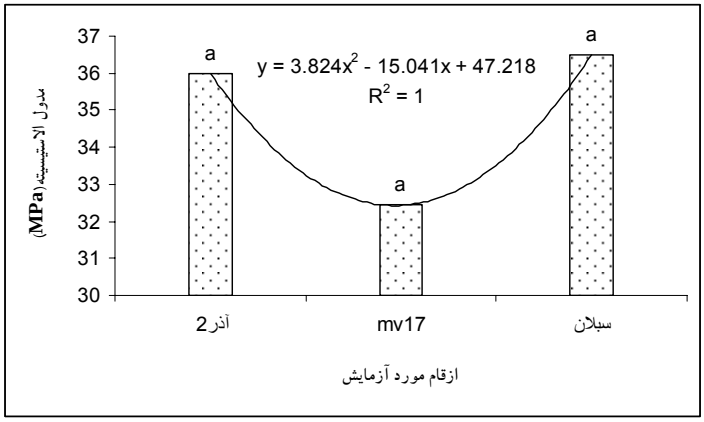
نتایج مقایسهٔ میانگین اثرات متقابل رطوبت و رقم بر استحکام خمشی در آزمایشات با رقم (شکل ٤) نشان داد با افزایش رطوبت از ۱۲به .w.b ۱۸٪ مقدار استحکام خمشی بطورمعنی‌داری کاهش می‌یابد، اما با افزایش بیشتر محتوای رطوبتی دانه کاهش معنی‌داری در استحکام خمشی دانه صورت نگرفته است. بیشترین استحکام خمشی مربوط به رقم آذر۲ در رطوبت ۱۲ ٪ با مقدار N ۹۱/۹۷۸ و کمترین استحکام خمشی مربوط به رقم سبلان دررطوبت ۲۱ ٪ با مقدار N ۲۳/۸۹۲ می‌باشد.



شکل٤- میانگین اثرات متقابل رقم ورطوبت بر استحکام خمشی دانه ارقام مختلف گندم

مدول الاستیسیته

نتاج آنالیز واریانس نشان داد که اثرات اصلی محتوای رطوبتی دانه بر مدول الاستیسیته دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار می‌باشد. ولی اثرات اصلی رقم و اثرات متقابل این دو عامل بر مدول الاستیسیته دانه معنی دار نشده است(جدول ۱). نتایج مقایسهٔ میانگین اثرات رقم بر مدول الاستیسیته (شکل ٤) نشان داد که ارقام سبلان وآذر۲ به ترتیب از بیشترین (۳٦/٥۱۱ Mpa) و کمترین (۳۲/٤۳۲ Mpa) میانگین مدول الاستیسیته برخور دارند. از آنجایی که در مواد ترد، هر چقدر ضریب کشسانی دانه بیشتر باشد، میزان تردی آن بیشتر است بنابراین میزان آسیب‌پذیری رقم سبلان در برابر بارهای مکانیکی بیشتر از دو رقم دیگراست.

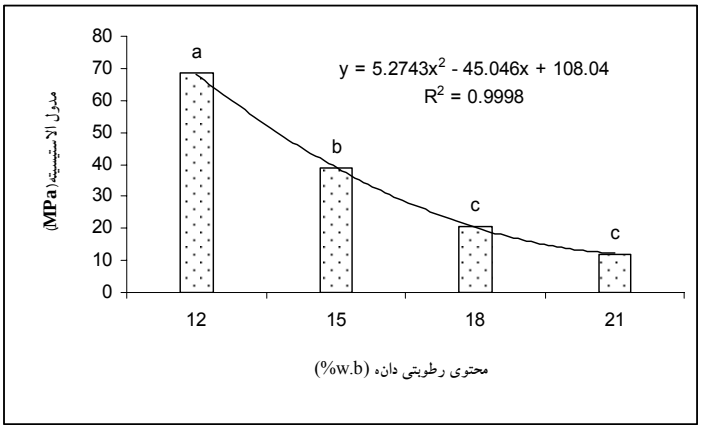


شکل ٥- میانگین اثرات رقم برمدول الاستیسیته ارقام مختلف گندم

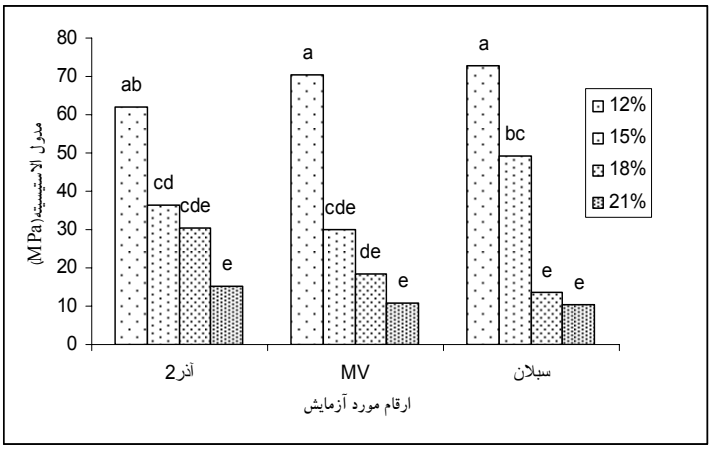
نتایج مقایسهٔ میانگین اثرات محتوای رطوبتی دانه بر مدول الاستیسیته (شکل ٥) نشان داد که محتوای رطوبتی دانه تاثیرمعنی‌داری (درسطح احتمال۰/۰۱) بر الاستیسیته دانه گندم دارد، بطوریکه با افزایش رطوبت مقدار الاستیسیته کاهش می‌یابد و این کاهش تا محتوای رطوبتی .w.b ۱۸ ٪ معنی‌دار بوده، ولی با افزایش بیشتر محتوای رطوبتی دانه کاهش معنی‌دار در الاستیسیته دانه بوجود نمی آید. .بنابراین با افزایش رطوبت از میزان تردی دانه کاسته می‌شود و قابلیت شکست دانه‌های گندم کاهش یافته و باعث می‌شود که دانهٔ گندم در مراحل فرآوری با آسیب کمتری مواجه گردد.

نتایج مقایسهٔ میانگین اثرات متقابل رطوبت و رقم بر مدول الاستیسیته (شکل ٦) نشان داد که محتوی رطوبت تاثیرمعنی‌داری (درسطح احتمال۰/۰۱) برروی الاستیسیته دانه گندم دارد، بطوریکه با افزایش محتوی رطوبتی

مقدارالاستیسیته دانه کاهش می‌یابد و این کاهش تا محتوای رطوبتی .w.b ۱۸٪ معنی‌دار بوده، ولی با افزایش بیشترمحتوی رطوبتی دانه مقدار کاهش میانگین الاستیسیته معنی‌دار نیست. بیشترین مقدار میانگین مدول الاستیسیته مربوط به رقم سبلان در رطوبت ۱۲٪ است.



شکل ٦ – میانگین اثرات محتوی رطوبت برمدول الاستیسیته دانه ارقام مختلف گندم

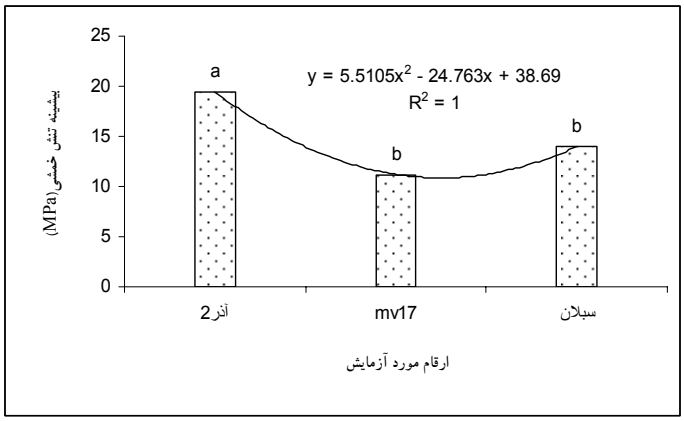


شکل۷ –میانگین اثرات متقابل رقم ورطوبت بر مدول الاستیسیته دانه ارقام مختلف گندم

بیشینه تنش خمشی

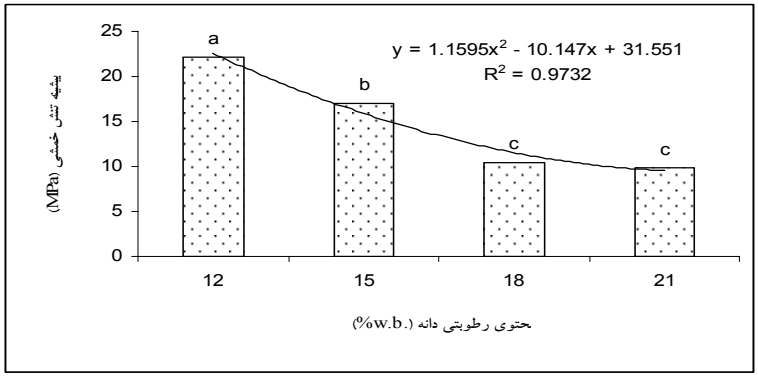
نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به بیشینه نش خمشی (جدول۱) نشان داد که اثرات اصلی رقم و رطوبت بر این عامل معنی دار ولی اثرات متقابل آنها معنی دار نشده است.

نتایج مقایسهٔ میانگین اثرات رقم بر بیشینه تنش خمشی (شکل ۸) نشان داد که رقم آذر۲ بیشترین مقدار(۱۹/٤۳۸Mpa) تنش خمشی ر ابه خود اختصاص داده است، ولی بین دو رقم دیگر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. به این دلیل ، که تنش خمشی رابطه مستقیم با استحکام خمشی دارد و ازآنجا که استحکام خمشی رقم آذر۲ بیشتراز دو رقم دیگراست، پس مقدار تنش خمشی این رقم ازدورقم دیگربیشتراست.



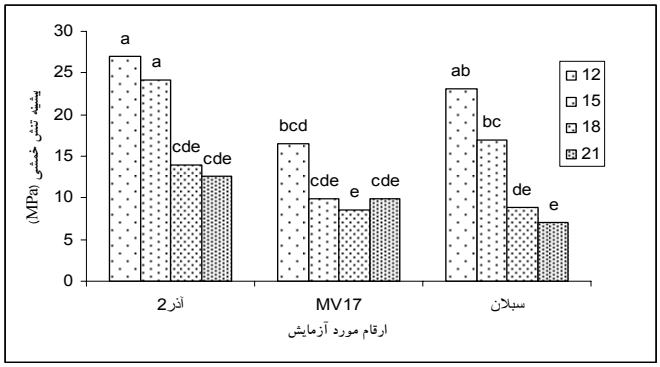
شکل(۸)–میانگین اثرات رقم بربیشینه تنش خمشی ارقام مختلف گندم

نتایج مقایسهٔ میانگین اثرات محتوی رطوبتی دانه بر بیشینه تنش خمشی (شکل ۹) نشان داد که با افزایش محتوی رطوبتی دانه از۱۲به .w.b ۱۸٪ کاهش معنی‌داری در تنش خمشی مشاهده شد، اما با افزایش بیشتر محتوی رطوبتی دانه اختلاف معنی‌داری درتنش خمشی مشاهده نشد.ا ز آنجا که تنش، برابر با شدت نیروی وارد بریک نقطه یاسطح می‌باشد و با افزایش رطوبت، سطح ماده بزرگتر و نیروی مورد نیاز برای گسیختگی کاهش می‌یابد. در نتیجه مقدار تنش خمشی کاهش می‌یابد.



شکل۹– میانگین اثرات محتوی رطوبت بربیشینه تنش خمشی دانه ارقام مختلف گندم

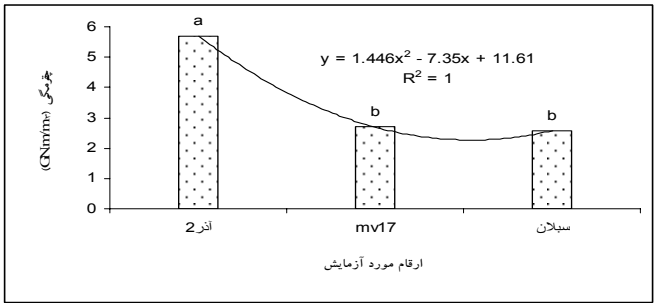
نتایج مقایسهٔ میانگین اثرات رطوبت و رقم بر بیشینه تنش خمشی (شکل ۱۰) نشان داد که با افزایش محتوی رطوبتی دانه از ۱۲ تا .w.b ۱۵٪ در هرسه رقم کاهش معنی‌داری در تنش خمشی مشاهده نشد، اما در آزمایشات با دو رقم با افزایش بیشتر محتوی رطوبت اختلاف معنی‌داری درتنش خمشی مشاهده نشد. بیشترین تنش خمشی مربوط به رقم آذر۲ دررطوبت ۱۲٪ با مقدار(۲۶/۹۸۲Mpa) و کمترین میانگین تنش خمشی مربوط به رقم سبلان در رطوبت ۲۱٪ با مقدار(۷/۱۱Mpa) بدست آمد.



شکل۱۰- میانگین اثرات متقابل رقم ورطوبت بر بیشینه تنش خمشی دانه ارقام مختلف گندم

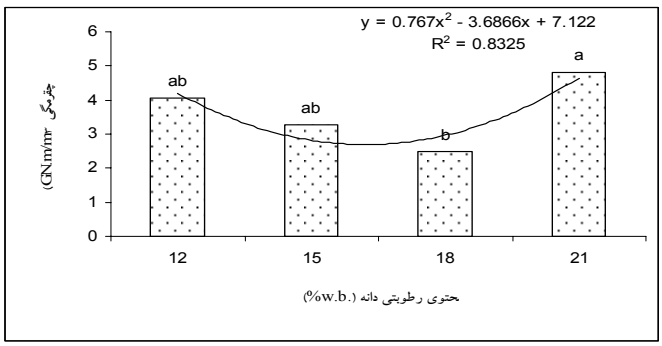
چقرمگی

نتایج آنالیز واریانس داده های بدست آمده از چقرمگی دانه نشان داد که اثرات اصلی رقم و اثرات متقابل آن با محتوای رطوبتی دانه بر چقرمگی دانه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است. ولی اثر رقم بر چقرمگی دانه اثر معنی دار ندارد. نتایج مقایسهٔ میانگین اثرات اصلی رقم برچقرمگی دانه (شکل ۱۱) نشان داد که رقم آذر۲ بیشترین میانگین چغرمگی($GN.m/m^3$) ۵/۷۰۶ را داراست. از آنجایی که در مواد ترد، هر چقدر مدول الاستیسیته دانه بیشتر باشد، میزان تردی آن بیشتر و چقرمگی آن کمتر خواهد بود، بنابراین در بین سه رقم مورد آزمایش، رقم سیلان تردی بیشتر و رقم آذر۲ چقرمگی (نرمی) بیشتری خواهد داشت.



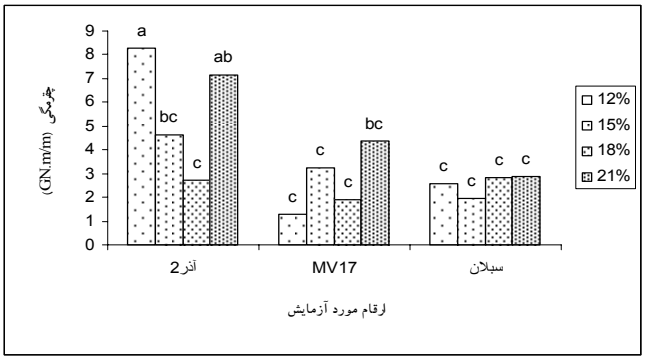
شکل۱۱- میانگین اثرات اصلی رقم برمقدارچقرمگی دانه ارقام مختلف گندم

نتایج مقایسهٔ میانگین اثرات رطوبت برچقرمگی دانه (شکل ۱۲) نشان داد که با افزایش محتوی رطوبتی دانه تا ۱۸٪ مقدار چقرمگی از ($GN.m/m^3$) ٤/۰٤٥ به ($GN.m/m^3$) ۲/٤۹۳ کاهش (غیر معنی دار) و سپس با افزایش محتوای رطوبتی دانه تا w.b. ۲۱٪ ، چقرمگی افزایش معنی داری داشته است.



شکل ۱۲- میانگین اثرات محتوی رطوبت برمقدار چقرمگی دانه ارقام مختلف گندم

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



شکل۱۳- میانگین اثرات متقابل رقم ورطوبت بر مقدارچقرمگی دانه ارقام مختلف گندم

نتیجه گیری

۱- ارقام مختلف دارای استحکام خمشی کاملا متفاوت می‌باشند. از بین ارقام مورد آزمایش (آذر۲، سبلان و MV17) رقم آذر ۲، از بیشترین مقدار استحکام خمشی و رقم سبلان از کمترین مقدار استحکام خمشی برخور داراست. در نتیجه میزان آسیب‌پذیری رقم سبلان در برابر بارهای مکانیکی بیشتر از دو رقم دیگراست.

۲- افزایش میزان محتوای رطوبتی دانه تا w.b. ۱۸٪، باعث کاهش استحکام خمشی، مدول الاستیسیته و بیشینه تنش خمشی و چقرمگی دانه می‌گردد. در نتیجه در مراحل فرآوری، دانه با آسیب کمتری مواجه می‌شود. ارقام مورد آزمایش از مدول الاستیسیته متفاوتی (ازلحاظ آماری) برخوردار نیستند.

۳- بیشترین تنش خمشی (۲۶/۹۸۲Mpa) به رقم آذر۲ در رطوبت ۱۲٪ و کمترین میانگین تنش خمشی (۷/۱۱Mpa) مربوط به رقم سبلان در رطوبت ۲۱٪ اختصاص دارد.

منابع و مآخذ

۱-افکاری سیاح،الف. ح. (۱۳۸۲). اندازه‌گیری سختی دانه گندم و ارتباط آن با کیفیت آرد تولیدی،رساله‌ی دکتری مکانیک ماشینهای کشاورزی،دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۲-توکلی هشجین، ت، (۱۳۸۲). مکانیک محصولات کشاورزی،(تالیف سیتگی، گ).چاپ اول، انتشارات دانشگاه زنجان.۵۲۰ص.

۳- آشتیانی عراقی، ه.، صادقی، م.، همت، ع.، خوش تقاضا، م. ه. ۱۳۸٦. تعیین و بررسی خواص مکانیکی شلتوک برنج تحت آزمونهای فشاری و خمشی سه نقطه ای در بارگذاری شبه استاتیک. خلاصه مقالات سومین کنفرانس دانشجویی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون، شیراز.

4- Herum,F.L., Mansah , J. and Barrre,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 impaction 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.
11 - Reddy, B.S., Chakravertty, A. 2004. Physical properties of raw and parboiled paddy. Biosystems Engineering. 88(4): 461-466.
12 - 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 varieties

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