مطالعه آسیب مکانیکی وارده به برخی دانه‌ها در آزمون ضربه

عبداله ایمان‌مهر
استادیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه اراک
a-imanmehr@araku.ac.ir

چکیده

در این تحقیق دانه‌های لوبیا، سویا و نخود قبل از اینکه در معرض خسارات مکانیکی ناشی از نیروی ضربه قرار گیرند بترتیب در رطوبت ٦/٢، ٥/٥ و ٥/٩ درصد (بر پایه خشک) نگهداری گردید. دامنه تنش‌ها بگونه‌ای انتخاب شد تا خسارات مکانیکی وارده با چشم غیر مسلح غیر قابل مشاهده باشد. بر این اساس برای هر نوع دانه شش تنش ضربه حاصل ترکیب سه سطح مختلف نیرو و دو موقعیت متفاوت دانه بکار گرفته شد. دانه‌ها هنگام ضربه یا بر وجه کناری (لپه‌ها) یا در راستای طولی (محور جنینی) قرار گرفتند. اثر دو فاکتور نیرو و موقعیت دانه بر میزان جوانه‌زنی دانه‌ها معنی‌دار گردید. با افزایش نیروی ضربه، درصد جوانه‌زنی دانه‌ها کاهش یافت. موقعیت دانه‌ها، اختلاف معنی‌داری را بر درصد جوانه‌زنی نشان داد. دانه‌هایی که تحت اعمال ضربه در راستای طولی قرار گرفتند خیلی بیشتر از دانه‌هایی که تحت اعمال بار در سطح جانبی قرار داشتند، آسیب دیدند. حساسیت دانه در راستای طولی تنها دلیل کاهش بیشتر درصد جوانه‌زنی نسبت به موقعیت جانبی نیست بلکه بدلیل کاهش سطح تماس در موقعیت طولی، تنشهای ضربه نسبت به موقعیت جانبی افزایش می‌یابد. افزایش سطح تماس در دانه‌های لوبیا باعث شد تا تنشها علی‌رغم نیروی وارده بیشتر، نسبت به دانه‌های سویا و نخود کمتر باشد. در نتیجه دوام و درصد جوانه‌زنی دانه‌های لوبیا بیشتر از دانه‌های سویا و نخود بود. نه تنها نیروی ضربه بر روی میزان خسارت وارده به دانه تأثیر می‌گذارد، بلکه قسمتی از دانه که این ضربه را دریافت می‌کند و سطحی که ضربه را می‌پذیرد فاکتورهایی هستند که باید هنگام اعمال تنشهای واقعی مورد توجه قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: خسارت مکانیکی، تنش ضربه، لوبیا، سویا، نخود.

مقدمه

منظور از دانه‌های صدمه دیده، خسارت مکانیکی است که به دانه وارد می شود و شامل شکستگی دانه، شکستگی پوست دانه و یا شکستگی داخلی دانه می‌شود. صدمات مکانیکی شدید باعث ضعیف شدن جوانه‌زنی، کاهش قابلیت انبار کردن و کم شدن قابلیت عمل‌آوری دانه می‌گردد (Srivastava *et al.*, 1995). فسادپذیری دانه مشکل اصلی در تولید محصولات کشاورزی است بطوریکه در آمریکا به تنهائی فروش دانه در سال به بیش از ۲ بیلیون دلار می‌رسد و تخمین زده می‌شود که ۲۵٪ ارزش آن یا تقریباً ۵۰۰ میلیون دلار بخاطر کیفیت ضعیف دانه از بین می‌رود. در سراسر دنیا بخصوص در کشورهای کمتر توسعه یافته که امکانات فرآیندهای پس از برداشت ضعیف

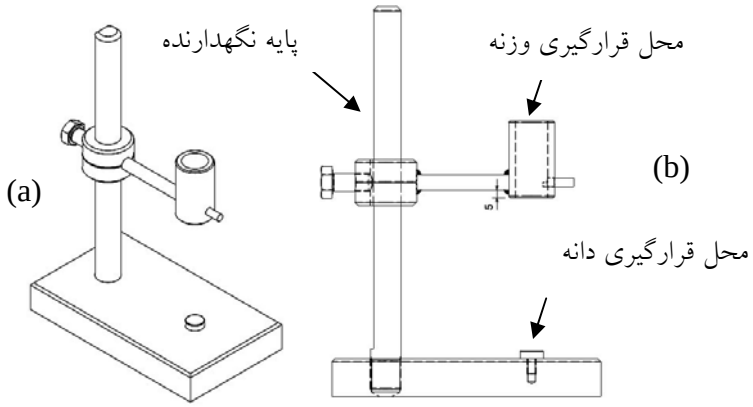
است، این ضایعات حتی بیشتر است. فرآیندهای تولید دانه مثل برداشت، ذخیره، تمیزسازی و انتقال دادن و جابجائی بطور حتم منجر به خسارات مکانیکی می‌شود (Mc Donald and Nelson, 1985). خراب شدن دانه تدریجی است. بنابراین سطوح خسارت دیده مکانیکی کوچکی که در ابتدا تأثیر کمی روی عملکرد دانه دارد ممکن است از لحاظ اندازه افزایش یابد و باعث فساد بافتهای حیاتی دانه شود که موجب کاهش کیفیت دانه می‌شود (Moore, 1972). علاوه بر این، آسیب‌های مکانیکی باعث افزایش ورود قارچها از طریق ترکهای پوسته دانه می‌شوند (Mamiepic and Caldwell, 1963). بطور گسترده مشخص شده که صدمات مکانیکی عامل مهمی است که بصورت نامساعدی روی کیفیت دانه تأثیر می‌گذارد. تأثیر منفی اساسی آن بر کاهش درصد جوانه‌زنی و متعاقب آن کاهش عملکرد محصول است (Pollack and roos, 1972). نتیجه کلی اینکه نه تنها آسیب‌های بزرگ قابل مشاهده، بلکه ترکهای ریز غیر قابل مشاهده بطور معنی‌داری حیات دانه را کاهش می‌دهد (Milner and Shellenberger, 1953). اخیراً محققان بر روی کیفیت دانه گندم با ایجاد ترکهای داخلی کار کرده‌اند. این ترکها نتیجه فشار شبه استاتیک یک پرس استوانه‌ای است. نتایج حاکی است که جوانه‌زنی دانه‌ها با افزایش سطح و اندازه ترکها، کاهش می‌یابد (Tryka *et al*., 1997). اگر ترکها عمود بر محور جنینی قرار گیرند بر روی کیفیت دانه تأثیرگذار است. در اثر ضربه نه تنها کاهش درصد جوانه‌زنی باعث از دست دادن کیفیت دانه‌ها می‌شود بلکه در برخی از جوانه‌ها ناهنجاریهایی به واسطه آسیب‌های مکانیکی مشاهده می‌شود (Grass and Tourkmani, 1999).

مواد و روش‌ها

دانه‌های لوبیا (Vicia faba, L)، سویا (Glycine max, L) و نخود (Cicer areitinum, L) برای انجام آزمایشهای ضربه انتخاب گردید. دانه‌ها پس از رسیدگی فیزیولوژیکی، بصورت دستی از ساقه و غلاف جدا گردید تا آسیبی به دانه‌ها وارد نگردد و فوراً برای آزمایش استفاده شد. متوسط میزان رطوبت دانه‌ها قبل از اینکه در معرض آسیب مکانیکی قرار گیرند ٦/٢، ٥/٥ و ٥/٩ درصد (بر پایه خشک) به ترتیب برای لوبیا، سویا و نخود بود.

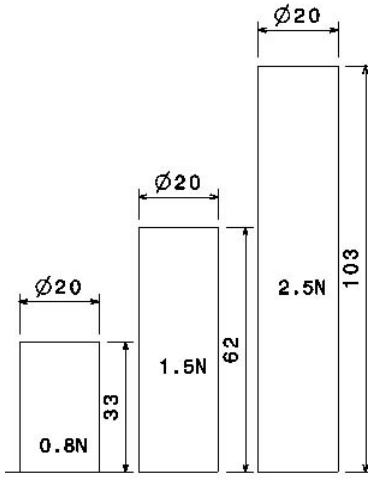
آزمون ضربه

جهت بررسی رفتار دانه‌ها تحت اثر تنشهای ناشی از بارگذاری ضربه‌ای، دستگاه شکل (١) طراحی و ساخته شد.



شکل ١- دستگاه آزمون ضربه (a): نمای سه بعدی و (b): نمای جانبی

در این تحقیق سه سیلندر با وزنهای ۰/۲۶، ۰/۰۸ و ۰/۱۷ کیلوگرم به ترتیب برای اعمال ضربه به دانه‌های لوبیا، سویا و نخود در نظر گرفته شد (شکل ۲).



شکل ۲- وزنه‌های استوانه‌ای آهنی مختلف بکار رفته در آزمون ضربه

هنگامی که این وزنه‌ها از سه فاصله متفاوت رها می‌شوند سه نیروی مختلف ضربه F_1، F2 و F3 حاصل می‌شود. در هر آزمایش، سیلندر فلزی بصورت عمودی بر دانه نیرو اعمال می‌کند. تنشهای ضربه ایجاد شده جهت اعمال آسیب مکانیکی به دانه‌ها در جدول (۱) نشان داده شده است. نوع وزنه‌ها و فاصله سقوط به گونه‌ای انتخاب گردید تا تنشهای ضربه در محدوده‌ای واقع شود که آسیب‌های وارده تا حد امکان کوچک و غیر قابل مشاهده باشد. دانه‌ها در موقعیت ضربه یا در حالت وجه کناری یا در راستای طولی قرار داده شدند. رابطه ۱ جهت محاسبه تنشهای ایجاد شده بکار می‌رود (El-Sahar *et al.*, 2000).

$$\sigma = \frac{F}{A}[1+(1+2AEh/FL)^{-1/2}] \qquad (۱)$$

که:

σ = تنش ضربه (N/mm^2)

F = وزن وزنه (N)

A = سطح تماس وزنه با دانه (mm2)

h = ارتفاع سقوط وزنه (cm)

L = ضخامت دانه (mm)

جدول ۱- تنشهای ضربه بکار رفته برای دانه‌های مختلف

نوع دانه	موقعیت دانه	وزن وزنه (N)	سطح تماس (mm)	مدول الاستیسیته (N/mm2)	ارتفاع سقوط (mm)	ضخامت دانه (mm)	تنش ضربه (N/mm^2)
لوبیا	جانبی	۲/٦	۲۲	٦٥/۸	۹۰	۸	۱۳/۲
					۱۱۰		۱٤/٦
					۱۳۰		۱٥/۸
	طولی	۲/٦	٥	۲٤۰/٤	۹۰	۱۰	٤۸/۲
					۱۱۰		٥۳/۱
					۱۳۰		٥۷/٦
سویا	جانبی	۰/۸	۱/٥٤	۳۲٥	٦۰	٦	٥۸/۷
					۷۰		٦٤/۸
					۸۰		٦۷/٥
	طولی	۰/۸	۱/۷	۱۲۰۰	٦۰	۷/٥	۹٤/۸
					۷۰		۱۰۲/۳
					۸۰		۱۰۹/۲
نخود	جانبی	۱/۷	٤/۱٥	۲۰۰	٦۰	٦	٤۱
					۷٥		٤٥/۷
					۹۰		٥۰
	طولی	۱/۷	۲/۳	۲۲٥۰	٦۰	٦/۳	۱۷۷/۱
					۷٥		۱۹۷/۷
					۹۰		۲۱٦/۳

آزمایش جوانه‌زنی

پس از انجام آزمایش ضربه، آزمایش جوانه‌زنی با قرار دادن ۱۰۰ دانه از هر رقم در ٤ نوبت تکرار بر روی دستمالهای کاغذی حلقوی مرطوب انجام گردید. بدین صورت که دانه‌های ضربه دیده در دستمالهای کاغذی مرطوب قرار داده شدند و پس از گذشت مدت زمان لازم جهت جوانه‌زنی، تعداد دانه‌های جوانه زده شمارش و درصد جوانه‌زنی محاسبه گردید. داده‌های بدست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه و تحلیل گردید. برای مقایسه میانگین‌ها روش LSD بکار رفت.

تشخیص چشمی میزان آسیب مکانیکی

در این آزمایش، پس از انجام آزمون ضربه، تعدادی دانه‌های لوبیا، سویا و نخود (٤۰۰ دانه در هر آزمایش با ٤ تکرار) به ترتیب برای ۲٤، ٤ و ۸ ساعت در دستمالهای کاغذی مرطوب قرار داده شد تا رطوبت جذب کنند. سپس

پوست دانه‌ها با دقت توسط تیغ‌های تیز از دانه جدا گردید و سطوح ترک خورده و شکسته شده خارجی و داخلی دانه توسط ذره‌بین‌های آزمایشگاهی تعیین و شمارش شد.

نتایج و بحث

اثر آسیب دیدگی مکانیکی بر درصد جوانه‌زنی دانه‌های لوبیا

تحلیل داده‌ها نشان داد که اثر فاکتور نیروی ضربه بر دانه‌های لوبیا معنی‌دار گردید. جدول (۲) اثر آسیب مکانیکی بر درصد جوانه‌زنی دانه‌های لوبیا، سویا و نخود را نشان می‌دهد. همانگونه که در جدول (۲) نشان داده شده است بین میانگین‌های درصد جوانه‌زنی، اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ و ۵٪ وجود دارد. در مورد هر رقم، درصد جوانه‌زنی دانه‌های سالم و بدون آسیب، تحت عنوان روش شاهد انجام گردید.

جدول ۲- اثر آسیب مکانیکی بر درصد جوانه‌زنی دانه‌های لوبیا، سویا و نخود

وضعیت تنش	درصد جوانه‌زنی دانه‌های لوبیا	درصد جوانه‌زنی دانه‌های سویا	درصد جوانه‌زنی دانه‌های نخود
شاهد	۹٤/۵	۹۱/۵	۹۰/۷۵
F_1	۸۵	٤۵	٦۷
F_2	٦۸/۱۳	۱۷/۵	٤٤/۳۸
F_3	۵۷/۵	۷/۲۵	۲۷/۳۸
L.S.D.0.01	۳/۲۷	۲/۸	۳/۱۲
L.S.D.0.05	۲/۳۸	۲/۰٤	۲/۲۸
جانبی	۷۳/۷۵	۲۸/۱۷	۵۲/۱۷
طولی	٦٦/٦۷	۱۸/۳۳	٤۰/۳۳
L.S.D.0.01	۲/٦۷	۲/۲۸	۲/۵۵
L.S.D.0.05	۱/۹۵	۱/٦۷	۱/۸٦
F_1			
جانبی	۸۹/۵۰	۵۱/۲۵	۷۱/۵۰
طولی	۸۰/۵۰	۳۸/۷۵	٦۲/۵۰
F2			
جانبی	۷۱/۲۵	۲۲/۷۵	۵۳/۲۵
طولی	٦۵/۰۰	۱۲/۲۵	۳۵/۵۰
F3			
جانبی	٦۰/۵۰	۱۰/۵۰	۳۱/۷۵
طولی	۵٤/۵۰	٤/۰۰	۲۳/۰۰
L.S.D.0.01	N.S.	N.S.	٤/٤۱
L.S.D.0.05	N.S.	۲/۸۹	۳/۲۲

درصد جوانه‌زنی دانه‌های لوبیا به ترتیب برای نیروهای F_1، F2 و F3 برابر با ۸۵٪، ٦٨/١٣٪ و ۵۷/۵٪ بدست آمده است که نشان می‌دهد با افزایش نیروی ضربه، درصد جوانه‌زنی کاهش یافته است. مشاهدات آزمایشها نشان داد جوانه‌های غیر طبیعی (غیر نرمال) نیز با افزایش نیروی ضربه، افزایش می‌یابد. اثر فاکتور موقعیت دانه نیز بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار است و اختلاف بین میانگین‌های درصد جوانه‌زنی در سطح ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار می‌باشد (جدول ۲). بدین ترتیب قسمتی از دانه که تنش ضربه را دریافت می‌کند به شدت رفتار دانه را در از دست دادن قدرت جوانه زنی تحت تأثیر قرار می‌دهد.

نتایج جدول (۲) نشان می‌دهد دانه‌هایی که با ضربه بر راستای محور طولی آنها وارد شده است خیلی بیشتر از دانه‌هایی که ضربه بر سطح لپه (سطح جانبی) آنها وارد شده است، تحت تأثیر آسیب قرار گرفته‌اند. این موضوع نشان می‌دهد بخش طولی (محور جنینی) دانه بخش بسیار حساس است که اگر دانه در این قسمت ضربه ببیند، قابلیت جوانه‌زنی خود را از دست می‌دهد. حساسیت محور جنینی (راستای طولی) دانه تنها دلیل کاهش مقاومت آن در مقایسه با موقعیت جانبی نیست بلکه افزایش تنشهای ضربه موقعیت جانبی (١٣/٢٠، ١٤/٦ و ١٥/٨ نیوتن بر میلی‌متر مربع) به تنشهای موقعیت راستای طولی (٤٨/٢، ٥٣/١ و ٥٧/٦ نیوتن بر میلی‌متر مربع) در اثر کاهش سطح تماس است که در جدول (۱) نشان داده شده است. اثر متقابل فاکتورهای نیروی ضربه و موقعیت دانه بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نبود و مطابق جدول (۲) اختلاف بین میانگین‌های درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نیست.

اثر آسیب دیدگی مکانیکی بر درصد جوانه‌زنی دانه‌های سویا

افزایش نیروی ضربه بر دانه‌های سویا نشان داد که بطور معنی‌داری قابلیت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (جدول ۲). مطابق جدول با اعمال کمترین نیروی ضربه (F_1) باعث گردیده تا دانه‌های سویا ۵۰/۸۲ درصد قابلیت جوانه‌زنی خود را در مقایسه با مقدار شاهد از دست بدهد. همچنین با تغییر موقعیت دانه‌ها از حالت جانبی به راستای طولی، درصد جوانه‌زنی کاهش یافته است که نشان دهنده آسیب‌پذیری بیشتر دانه‌های در راستای محور جنینی (محور طولی) است. بنابراین آگاهی از تنش حاصل از نیروی ضربه به تنهایی در بررسی آسیب مکانیکی به دانه کافی نیست و موقعیت دانه، هنگامی که تنش به آن وارد می‌شود (بخشی که تنش را دریافت می‌کند) و نیز سطح تماس دانه (سطحی که ضربه به آن برخورد می‌کند)، فاکتورهایی هستند که باید در تنشهای واقعی مورد توجه قرار گیرند. اثر متقابل فاکتورهای نیروی ضربه و موقعیت دانه در سطح ۵٪ معنی‌دار شده است. اگرچه دامنه تنشها بگونه‌ای انتخاب گردید تا تنها خسارت داخلی به دانه‌ها وارد شود ولی کیفیت دانه‌های سویا به مقدار زیادی تحت تأثیر قرار گرفت که علت آن مقادیر بالای تنش اعمال شده به دانه‌ها می‌باشد که نسبت به تنشهای وارد به دانه‌های لوبیا و نخود بیشتر است (جدول ۱).

اثر آسیب دیدگی مکانیکی بر درصد جوانه‌زنی دانه‌های نخود

روند تغییرات درصد جوانه‌زنی دانه‌های نخود، مشابه دانه‌های لوبیا و سویا است (جدول ۲) یعنی کاهش درصد جوانه‌زنی را با افزایش نیروی ضربه و نیز در موقعیت راستای محور طولی (محور جنینی) شاهد هستیم. اثر متقابل نیروی ضربه و موقعیت دانه در سطوح ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار می‌باشد و نشان می‌دهد که در هر سطح نیروی ضربه، در راستای طولی دانه درصد جوانه‌زنی کمتر از موقعیت جانبی است.

بررسی چشمی آسیب مکانیکی

نتایج حاصل از تشخیص چشمی میزان آسیبهای وارد بر دانه‌ها با کمک عدسی‌های چشمی در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳- مقایسه درصد ترکها و شکستهای بدست آمده در دانه‌های مختلف

دانه	لوبیا	سویا	نخود
درصد ترکها	۱۲/۲۹	۳/۸۳	۷/٤٦
درصد شکستها	۲۹/۲۱	۷۷/۰۰	۵۵/۲۵

اگرچه بار وزنه انتخابی جهت اعمال ضربه به دانه‌های لوبیا (۲/٦ نیوتن) بزرگتر از بار بکار رفته برای دانه‌های سویا (۰/۸ نیوتن) و دانه های نخود (۱/۷ نیوتن) است و نیز فاصله سقوط وزنه برای دانه‌های لوبیا (۹۰، ۱۱۰ و ۱۳۰ میلی‌متر) بزرگتر از ارتفاعهای بکار رفته برای دو دانه دیگر است، با اینحال تنشهای بدست آمده برای دانه‌های لوبیا کمتر از دانه‌های سویا و نخود است (جدول ۱). بیشتر بودن سطح تماس در دانه‌های لوبیا هنگام ضربه باعث گردیده تا تنشهای ضربه کمتر باشد. بنابراین دوام دانه‌های لوبیا نسبت به دانه‌های سویا و نخود بیشتر بوده، که موجب شده تا درصد جوانه زنی بیشتری را برای آن شاهد باشیم (جدول ۲). کمتر بودن درصد دانه‌های شکسته لوبیا نسبت به دو دانه دیگر نشان دهنده مقاومت بیشتر این دانه‌ها است.

منابع و مآخذ

1. El-Sahar, E. S., Abdelghany, A. M. and Abdel-Aziz, A. A. 2000. Annals Agric. Science, Sp. Issue, 1:93-120.
2. Grass, L. and Tourkmani, M. 1999. Mechanical damage assessment in rejected durum wheat seed lots in Morocco. Seed science and Technology, 24, Supplement: 29-34.
3. Milner, M. and Shellenberger, J. A. 1953. Physical properties of weathered wheat in relation to internal fissuring detected radiographically. Cereal Chemistry, 30:220-212.
4. Mamiepic, N. G. and Caldwell. 1963. Effects of mechanical damages and moisture content upon viability of soybeans in sealed storage. Proceeding of the Association of official seed Analysis, 53:215-220.
5. Moore, R. P. 1972. Effects of mechanical injuries on viability, in: Viability of seeds, Ed. E. H. Roberts, 94-114. Syracuse, N. Y.; Syracuse University Press.
6. Mc Donald, M. B. and Nelson, C. J. 1985. Physiology of seed deterioration. Crop Science Society of America, Madison, WI.

7. Pollock, B. M. and Roos, E. E. 1972. Mechanical Damage and Vigour Reduction in Seed Biology (Ed. T. T. Kozlowski) Academic Press, New York and London, 352-360.
8. Srivastava, A. K., Goering, C. E. and Rohrbach, R. D. 1995. Engineering principles and agricultural machines. ASAE., America, 600pp.
9. Tryka, S., Nikolenko, V. F. and Alexeeve, D. I. 1997. The influence of internal mechanical cracks on ultra weak luminescence from wheat seeds and seedlings. Seed science and Technology, 25:381-389.

Studying of mechanical damage exerted to some seeds at impact test

Abstract

In this investigation, the seeds of bean, soybean and chickpea were kept at 6.2, 5.5 and 5.9 % moisture content (w.b) respectively prior to exposing them to mechanical damage due to impact force. Different impact stresses were selected to induce invisible mechanical damage, whereas six forces which is the combination between three different impact forces and two seed positions were used. Seeds were placed either on seed side face or embryonic axis face during impact. Increasing the impact force caused the seed to loss its germination. Seed position showed significant differences whereas seeds received falling load upon embryonic axis were more dramatically affected than seeds received falling load upon cotyledon area of all studied legume species. Sensitivity of embryonic axis is not the only reason for dramatic germination reduction but also the increment of stress from cotyledon area position to embryonic axis position. Increasing contact area due to the seed shape caused impact stresses to be lower in bean seed. Therefore, these enable the seed to survive the impact stress more than soybean and chickpea seeds. Not only the load used to induce internal damage affects the level of injury, but also part of seed receives that load as well as the area that receives that load are the factors to be paid more consideration when actual stresses are exposed to.

Keywords: Mechanical damage, Impact stress, Bean, Soybean, Chick pea.