

# طراحی و ساخت دستگاه بررسی اثر ضربه بر روی صدمات وارده به بذر محصولات کشاورزی

فیض اله شهبازی<sup>۱</sup> - جواد خزایی<sup>۲</sup>

## چکیده

دانه (بذر) محصولات کشاورزی در هریک از مراحل تولید و فرآوری تابع نیروهای ضربه هستند که از طرف قسمت های متحرک ماشینها بر آنها وارد می شود که ممکن است صدمه ببینند و باعث ضایعات محصول شود. صدماتی که در اثر ضربه به بذر (دانه) محصول وارد می شود باعث کاهش ارزش محصول، کاهش قابلیت نگهداری، کاهش درصد جوانه زنی و قدرت رویش بذر محصول می شود. مهمترین عواملی که بر روی صدمات ناشی از وارد شدن ضربه به بذر محصولات کشاورزی اثر می گذارند عبارتند از: سرعت ضربه، رطوبت بذر، جهت اعمال ضربه به بذر، هندسه بذروموارد دیگر. هدف از مطالعه بررسی اثر ضربه بر روی صدمات وارده به بذر محصولات کشاورزی عبارت است از استخراج خواص مهندسی برای بهینه سازی و طراحی صحیح ماشینهای برداشت، فرآوری و انتقال محصول و کاهش صدمات مکانیکی به دانه هاست.

در این مورد برای اندازه گیری اثر ضربه بر روی صدمات وارده به بذر محصولات کشاورزی، دستگاهی طراحی و ساخته شد که شامل: یک اینورتور، یک الکتروموتور، یک صفحه دوار همراه با دو عدد انگشتی و یک ریل حاوی لوله های نگهدارنده بذر است. این دستگاه قادر است که بذر محصولات مختلف را با اندازه های مختلف (اندازه بذر) و با سرعت های مختلف از صفر تا ۵۰ متر بر ثانیه و در جهت های مختلف و اشکال گوناگون تحت ضربه قرار دهد. با این دستگاه می توان میزان صدمه پذیری و حساسیت بذر محصولات را تحت شرایط مختلف در برابر ضربه اندازه گیری کرد و توصیه های لازم جهت طراحی و بکارگیری صحیح ماشینهای مربوطه را انجام داد.

۱- عضو هیئت علمی دانشگاه لرستان

۲- عضو هیئت علمی دانشگاه تهران

## ۱- مقدمه وهدف

بخش اعظمی از محصولات کشاورزی که با صرف هزینه، انرژی و زحمات فراوان و همچنین فشار بر محیط زیست تولید می شود به دلایل متعدد در خلال تولید تا مرحله مصرف آنها از جمله در مرحله برداشت محصول، انتقال از مزرعه به انبار و از انبار به محل تبدیل و فرآوری و در نهایت در زمان مصرف، از بین می رود و ضایع می گردد. میزان ضایعات محصولات کشاورزی در کشور ما بالاست و باعث خسارت کلانی در مملکت می شود. تلاش برای کاهش ضایعات محصولات کشاورزی از تلاش برای افزایش تولید محصولات مهمتر و کم هزینه تر است. نخستین گام برای رویا رویی و کنترل معضل ضایعات، شناخت ابعاد مختلف آن است که عبارتند از؛ عوامل تاثیر گذار بر ضایعات، محل و نحوه بروز ضایعات، نوع و طبیعت ضایعات و میزان آنها. که در این مورد باید تحقیقات و بررسی های تخصصی انجام گیرد و نتایج آنها مورد تجزیه و تحلیل علمی قرار گیرد، تا بتوان با بهره گیری از اطلاعات واقعی، صحیح و دقیق، نسبت به زوایای مشکل شناخت پیدا کرد و برای کنترل آن برنامه ریزی نمود.

در بین ضایعات متعدد محصولات کشاورزی، خصوصا محصولات زراعی ضایعات ناشی از فرایندهای مکانیکی بر روی دانه ها بخش عمده ای از ضایعات کلی محصول طی برداشت و فرآوری پس از برداشت محصول را تشکیل می دهد. ضایعات و خسارات مکانیکی وارد بر دانه محصولات ممکن است از هر نوع ضایعه فیزیکی و مکانیکی بوجود آید اما خسارات ناشی از ضربه بر روی دانه محصول جدیدترین آنهاست (McDonald, 1985). بطوریکه صدمات و ضایعات وارده در طی فرایندهای مختلف در اثر ضربه به دانه (بذر) محصولات باعث هدر رفتن میزان زیادی از محصول می شود.

علائم صدمات و خسارات وارده به دانه هادر اثر ضربه ممکن است به صورت صدمات اشکار (ظاهری) و صدمات نهان (داخلی) باشد. صدمات اشکار به نحوی است که براحتی قابل روئیت باشد نظیر شکستگی و ترک خوردن دانه (بذر). صدمات نهان شامل خساراتی است که قابل روئیت نیستند نظیر ایجاد ترک های داخلی، شکافهای میکروسکوپی و صدمات وارده به جنین. مجموع این صدمات باعث کاهش ارزش محصول، کاهش قابلیت نگهداری محصول و کاهش در صد جوانه زنی و قدرت رویشی بذر محصول می شود.

دانه های شکسته و ترک برداشته نمی توانند برای کشت مورد استفاده قرار گیرند زیرا گیاهان تولید شده بوسیله آنها رشد نرمالی نداشته و از نظر مکانیزم ریشه زایی دچار مشکل هستند. این گونه دانه ها اگر برای مصارف غذایی نیز مصرف شوند از نظر بهداشتی مشکل دارند لذا بازار پسندی کمی دارند و باعث افت قیمت محصول می شوند و انبارداری آنها نیز مشکل است. ایجاد ترک و خراش بر روی دانه باعث نفوذ هوا و رطوبت به داخل دانه و سبب هیدراسیون سریع بافتهای زنده می شود، این عمل باعث کاهش قابلیت نگهداری و انبار داری محصول می شود. همچنین وجود ترک و خراش بر روی دانه، حمله قارچها و آفات انباری را تشدید می کند.

در مورد اثر ضربه و خسارات مکانیکی ناشی از آن بر روی دانه محصولات کشاورزی مطالعات زیادی انجام شده است که در ادامه به چند مورد آنها اشاره می کنیم.

پری و همکاران (Perry et al, 1959)، دریافته اند که سرعت ضربه، رطوبت دانه، درجه حرارت و اندازه دانه بر صدمات مکانیکی وارد به لوبیا اثر معنی داری دارند.

بارتسچ همکاران (Bartesch et al, 1986) اثرات محتوای رطوبتی دانه و سرعت اعمال ضربه را بر صدمات مکانیکی بذر سویا مطالعه کردند. آنها برای ارزیابی میزان صدمات از روش تعیین قدرت رویشی و تعیین درصد جوانه زنی بذرها استفاده کردند. تجزیه و تحلیل داده های حاصله از تیمارهای با رطوبت ۸٪ و سرعت ضربه  $15\text{ m/s}$  نشان داد که قدرت رویشی و درصد جوانه زنی به ترتیب به اندازه ۲۵۰ واحد و ۲۵٪ کاهش یافت.

ایوانس و همکاران (Evans et al, 1990) ۱۹۹۰ اثرات محتوای رطوبتی و سرعت ضربه، در چهار سطح  $10\text{ m/s}$ ،  $20\text{ m/s}$ ،  $30\text{ m/s}$  و  $40\text{ m/s}$ ، را بر تغییرات درصد جوانه زنی و میزان صدمات مکانیکی بذر سویا مطالعه کردند. آنها دریافته اند که با افزایش سرعت ضربه درصد دانه های خرد شده افزایش و درصد جوانه زنی به میزان ۴۰٪ کاهش می یافت.

تابیل و همکاران (Tabil et al, 1998) اثر رطوبت، درجه حرارت و ارتفاع سقوط بر صدمات وارده به دانه نخود را مورد مطالعه قرار داده و گزارش کرده اند که با افزایش رطوبت از ۱۲ به ۲۰ درصد میزان صدمات وارده کاهش می یابد. هنگامی که درجه حرارت دانه نخود از ۲۲ به ۱۵- درجه سانتیگراد کاهش می یابد میزان صدمات وارده شدیداً افزایش می یابد و با افزایش ارتفاع سقوط میزان صدمات وارده شدیداً افزایش می یابد.

هدف از مطالعه حاضر طراحی و ساخت دستگاه بررسی اثر ضربه بر صدمات وارده بر دانه محصولات کشاورزی است تا بتوان با آن میزان صدمه پذیری و حساسیت بذر محصولات را تحت شرایط مختلف در برابر ضربه اندازه گیری کرد و خواص مهندسی را برای بهینه سازی طراحی و ساخت صحیح ماشینهای برداشت، فرآوری و انتقال محصول و سازگار کردن آنها با شرایط کشور، استخراج نمود و از صدمات مکانیکی دانه ها جلوگیری و ضایعات را کاهش داد.

## ۲- ملاحظات تئوریک

### ۲-۱- صدمات مکانیکی وارد بر دانه ها در اثر ضربه

دانه محصولات کشاورزی در طی فرآیندهای مختلف تحت نیروهای ضربه و مکانیکی هستند که از طرف قسمت های متحرک ماشینهای مربوطه بر آنها وارد می شود. از جمله ضربه ناشی از واحد انتخاب بذر در ماشینهای کاشت، ضربه ناشی از واحد کوبنده در ماشینهای برداشت، ضربه ناشی از قسمت های متحرک ماشینهای تمیز کننده و سورتینگ و همچنین ضربه ناشی از قسمت های متحرک ماشینهای انتقال دانه در سیلوها و انبارها. کاربرد نادرست همچنین عدم طراحی مناسب ماشینها در هریک از این فرآیندها باعث صدمه دیدن دانه محصول می شود.

حسایت به خسارات و صدمات مکانیکی ناشی از ضربه در فرآیندهای مختلف فیزیکی و مکانیکی بر روی دانه محصولات کشاورزی از محصولی به محصول دیگر فرق می کند و تحت کنترل و تاثیر عوامل مختلف است

که از این قبیل می توان به نقش تعیین کننده سرعت ضربه، میزان رطوبت و درجه حرارت دانه، میزان رسیدگی دانه، هندسه دانه، نوع ژنوتیب دانه، جنس مواد ضربه زن به دانه و موقیعت ضربه بر روی بذر، اشاره کرد.

## ۲-۲- روش اندازه گیری صدمات ضربه بر روی دانه ها

اندازه گیری صدمات مکانیکی ناشی از ضربه بر روی دانه محصولات کشاورزی به دو روش مزرعه ای و آزمایشگاهی انجام می گیرد. در روشهای مزرعه ای در طی فرآیندهای مختلفی که در آنها بر دانه ها ضربه وارد میشود نمونه هایی از دانه داخل قسمتهای ماشین نظیر کوبنده کمباین و غیره برداشته می شود و سپس میزان صدمه دیدگی دانه ها اندازه گیری میشود. این روش زیاد دقیق نیست زیرا ماهیت ضربه کاملاً مشخص نیست یعنی اینکه چه چیزی در این قسمت به بذر صدمه زده است نظیر ضربه دستگاه به بذر یا ضربه بذر بر روی بذروهمچنین موقیعت و محل ضربه وارده به بذر نیز مشخص نیست و نمی توان بذرها را بصورت تک تک از لحاظ اثر ضربه بر روی آنها بررسی کرد و تنها بررسی در مورد توده ای از بذرها صورت میگیرد. لذا برای تعیین حساسیت و صدمه پذیری دانه ها محصولات کشاورزی اکثراً محققین مختلف از روش آزمایشگاهی و شرایط کنترل شده استفاده می کنند. در این روش نیاز به وسایلی است که انواع گوناگونی از آنها توسط محققین خارجی ساخته شده و مورد استفاده قرار گرفته است. در این وسایل ضربه با شرایط کاملاً کنترل شده و با خصوصیات اولیه کاملاً مشخص بصورت تک تک به بذرها وارد میشود. سرعت و جهت ضربه کاملاً مشخص و قابل کنترل است. همچنین در این روش می توان جنس موادی را که به دانه ها ضربه می زنند تغییر داد. این روش دقیق تر بوده و با استفاده از نتایج آن می توان پارامترهای مورد نیاز جهت بهینه سازی طراحی و ساخت ماشینها، جهت جلوگیری از صدمه دیدگی دانه ها را تعیین کرد.

## ۲-۳- بیان صدمات وارده به دانه ها در اثر ضربه

همانطور که قبلاً بیان شد صدمات وارده به دانه ها در اثر ضربه به دو صورت صدمات ظاهری و نهانی است. برای تعیین صدمات ظاهری دانه ها، پس از انجام آزمایشات، در حد دید چشم دانه های شکسته، ترک برداشته و خراش برداشته را از توده دانه مورد آزمایش جدانموده و وزن آن بصورت درصدی از وزن نمونه اولیه بیان می شود و درصد صدمه دیدگی ظاهری دانه ها مشخص می شود. برای تشخیص و تعیین صدمات نهانی دانه ها از روش جوانه زنی و تعیین قدرت رویشی استفاده می شود، به این صورت که نمونه هایی از بذرهایی که هیچ گونه صدمه ظاهری بر روی آنها دیده نمیشود، در آزمایشگاه مورد تست جوانه زنی قرار می گیرند و درصد جوانه زنی اندازه گیری می شود (کاهش درصد جوانه زنی). کل صدمات وارده به دانه ها از مجموع صدمات ظاهری و نهانی بدست می آید.

## ۳- روش طراحی و ساخت دستگاه بررسی اثر ضربه بر صدمات وارده به دانه محصولات کشاورزی

همانطور که قبلاً نیز ذکر شد برای اندازه گیری و بررسی اثر ضربه بر روی دانه محصولات کشاورزی بیشتر از روشهای آزمایشگاهی استفاده می شود که در این مورد از وسایل مخصوصی استفاده می شود. با توجه به اهمیت بررسی اثر ضربه بر روی دانه ها، برای اندازه گیری این پارامتر نیز اینکه تاکنون چنین دستگاهی

در داخل کشور ساخته نشده یا گزارش نشده است، تصمیم گرفته شد که در این مورد دستگاهی طراحی و ساخته شود تا بتوان با استفاده از آن اثر ضربه را بروی دانه محصولات بررسی نمود. بنابراین با مطالعه در ساختمان نمونه های خارجی و برآورد وسایل مورد نیاز و همچنین سطح امکانات موجود، در این مورد دستگاهی طراحی و ساخته شد. شکل (۱)، دستگاه مورد نظر و قسمت های تشکیل دهنده آنرا نشان میدهد. همانطور که قبلا بیان شد عوامل مختلفی بر روی اثر ضربه بر روی دانه ها اثر می گذارند، بنابراین دستگاه مورد نظر باید قادر باشد که این پرامترها را اعمال کند. با توجه به وظایف فوق، دستگاه ساخته شده در این مورد از قسمت های زیر تشکیل شده است.

- الکتروموتور
- اینورتور
- صفحه دوار همراه با انگشتی های ضربه زن
- ریل نگهدارنده بذر

الکتروموتور مورد استفاده در دستگاه، یک الکتروموتور تک فاز با ۰/۵ اسب بخار قدرت و ساخت شرکت موتوژن تبریز است. قبل از الکتروموتور یک دستگاه اینورتور قرار گرفته است که بصورت سری به آن وصل شده است. اینورتور بکاررفته مدل  $LS600$ ، تک فاز با ۰/۵ اسب بخار ساخت کشور تایوان است. وظیفه اینورتور کنترل دور موتور است. کنترل دور می تواند بصورت اتوماتیک و برنامه ریزی شده انجام گیرد و یا بصورت دستی و با استفاده از کنترل های دستی. در امتداد محور الکتروموتور یک محور کوپلینگ شده است که بر روی آن یک صفحه دوار به قطر ۴۰ سانتیمتر قرار گرفته است که همراه با آن می چرخد. بر روی صفحه دوار دو عدد انگشتی فلزی به طول ۲۰ سانتیمتر و به پهنای پنج سانتیمتر بصورت مقابل هم و در یک امتداد قرار گرفته است، بطوریکه هنگام دوران صفحه نوک انگشتی ها یک دایره به قطر ۶۰ سانتیمتر را طی می کنند. در زیر صفحه و انگشتی ها و بصورت موازی با محور یک ریل قرار گرفته است که بر روی آن ۱۵ عدد لوله لاستیکی انعطاف پذیر (نی نوشابه) قرار گرفته است که بر روی آنها دانه ها قرار می گیرند و برای اعمال ضربه به طرف انگشتی های ضربه زن هدایت می شوند.

روش کار دستگاه به این صورت است که ابتدا با استفاده از اینورتور دور موتور در اندازه مورد نظر تنظیم می شود تا سرعت دوران انگشتی ها به سرعت خطی مورد نظر برسد. سرعت خطی انگشتی ها از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$V = \frac{3.14.D.N}{60} \quad (1)$$

در این رابطه:

$V$ : سرعت خطی انگشتی ها ( $m/s$ )

$D$ : قطر دایره دوران انگشتی ها بر حسب سانتیمتر که در این دستگاه ۶۰ سانتیمتر است.

$N$ : تعداد دوران انگشتی ها (دور در دقیقه) که بوسیله اینورتور تنظیم می شود.

پس از آنکه تعداد دور انگشتی ها (محور) به اندازه مورد نظر رسید، بر روی لوله های لاستیکی، بذرها را مورد آزمایش قرار می گیرند و سپس بوسیله دست ریل بطرف جلو (انگشتی ها)، حرکت داده می شود تا بذرها در مقابل انگشتی ها قرار گیرند و با سرعت مورد نظر تحت ضربه قرار گیرند. پس از اعمال ضربه بذرها بداخل کیسه ای پلاستیکی در جلو دستگاه پرتاب و جمع آوری می شوند. پس از جمع آوری بذرها میزان صدمه دیدگی آنها اندازه گیری میشود. برای بررسی اثر عوامل مختلف ضربه بر روی میزان صدمات وارده به دانه ها می توان براحتی از دستگاه استفاده کرد از جمله اینکه دستگاه قادر است دانه ها را با سرعتی صفر تا ۵۰ متر در ثانیه تحت ضربه قرار دهد. با توجه به اندازه دانه محصول مورد نظر می توان لوله های لاستیکی را تعویض نمود. همچنین می توان دانه را در هر جهت یا موقعیتی که مورد نظر است قرار داد و اثر جهت اعمال ضربه را بررسی نمود. برای بررسی اثر جنس مواد ضربه زن می توان مواد مورد نظر را بر روی سطح انگشتی ها چسپاند و با استفاده از آن به دانه ها ضربه زد و اثر جنس ماده ضربه زن بر روی میزان صدمات را بررسی نمود.

#### ۴- نتایج و بحث

با استفاده از دستگاه مورد نظر اثر ضربه بر روی صدمات وارده به دانه (بذر) گندم (شکستگی دانه ها و کاهش درصد جوانه زنی) مورد مطالعه قرار گرفت و اثر عواملی مانند سرعت ضربه، رطوبت دانه و تعداد دفعات تکرار اعمال ضربه بر روی میزان صدمات وارده اندازه گیری شد. سرعت ضربه در سه سطح: یک سرعت پایین  $10\text{ m/s}$ ، یک سرعت متوسط  $20\text{ m/s}$  و یک سرعت بالای  $30\text{ m/s}$ ، رطوبت دانه نیز در سه سطح:  $7/55$ ،  $15/3$  و  $23/3$  درصد و اثر تکرار ضربه نیز در سه سطح: یک، دو و سه بار مطالعه شد. کلیه آزمایشات مربوطه بر روی گندم رقم سرداری انجام گرفت. آزمایش در قالب طرح آماری فاکتوریل با طرح اسپلیت فاکتوریل و در چهار تکرار انجام گرفت. قبل از انجام آزمایشات مورد نظر وضعیت دانه ها از نظر شکستگی و درصد جوانه زنی، تعیین شد.

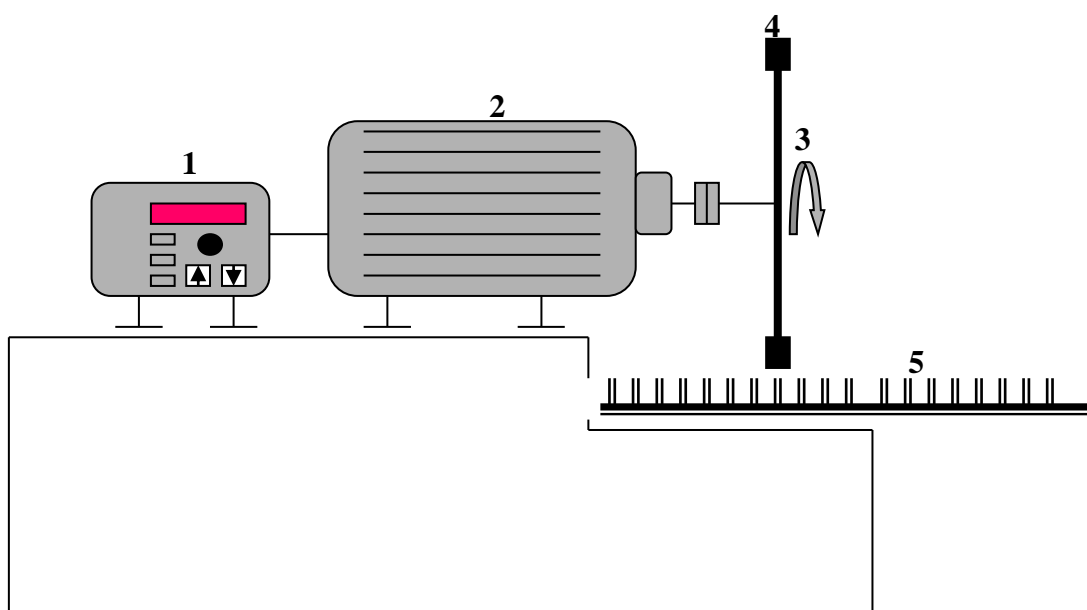
نتایج آماری نشان داد که اثر سرعت ضربه و تعداد دفعات اعمال ضربه بر روی صدمات وارده به بذر (شکستگی بذرها و کاهش درصد جوانه زنی) معنی دار است. با افزایش سرعت اعمال ضربه از  $10$  به  $30$  متر بر ثانیه، میزان صدمات وارده به دانه ها نیز افزایش یافته است و با افزایش تعداد دفعات اعمال و تکرار ضربه از یک به سه بار، صدمات وارده به دانه ها افزایش یافته است. همچنین اثر رطوبت دانه (بذر) بر روی صدمات وارده معنی دار بود به این صورت که با افزایش رطوبت دانه از  $7/55$  به  $23/3$  درصد، میزان صدمات وارده کاهش یافته است.

نتایج حاصل از تحقیقات فوق در کنفرانسهای بین المللی *ISMAB2004* در کشور ژاپن.....  
(<http://www.kobe-u.ac.jp/bioeng2/ismab/>) و کنفرانس بین المللی *2004CIGR* در کشور چین (<http://www.2004cigr.or>) جهت ارائه پذیرفته شده است.

#### ۵- منابع مورد استفاده

۱- کاپلند. مکدونالد. ۱۳۷۵. تکنولوژی بذر. ترجمه غلامحسین سرمندیا. چاپ اول. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. شماره ۱۴۴.

- 2-Evans. M. D., R. G. Holmes., M. B. McDonald. 1990. Impact damage to soybean seed as affected by surface hardness and seed orientation. *Trans. Of. ASAE. VOL. 33.234-240.*
- 3-Bartsch. J. A., C. G. Haugh., K. L. Athow and R.M. Peart.1986. Impact Damage to Soybean seed. *Trans. ASAE. VOL. 29. 582-586.*
- 4-Macdonald. M. B.1985. Physical seed quality of Soybean. *Seed Sci and Technology. Vol 23. 601-628.*
- 5-Pery. J. S., C. W. Hall.1966. Evaluation and Reduction Mechanical-Handling Damage to Pea beans. *Trans. ASAE. VOL 9. 696-701.*
- 6-Gorden.R. T., O.R.Kunze., L.H. Wilkes.1971. Physical Characteristics of Cottonseed Related to Seedling Vigor and Design Parameters for Seed Selection. *Trans. ASAE. VOL 13. 890-893*



شکل (۱- الف). شکل شماتیک دستگاه. ۱- اینورتور ۲- الکتروموتور ۳- صفحه دوار ۴- انگشتی ضربه زن  
۵- ریل حاوی لوله های نگهدارنده بذر



شکل (۱-ب) دستگاه بررسی اثر ضربه بر روی دانه ها (نمای روبرو)



شکل (۱-پ). دستگاه بررسی اثر ضربه بر روی دانه ها (نمای کنار)





شكل (٢). ا. اينورتور