بررسی اثر سرعت خطی کوبنده و رطوبت محصول روی تلفات و ضایعات کوبش ارقام متداول برنج

عزت‌اله عسکری اصلی اردہ [*۱]، صمد صبوری [۲] و محمدرضا علیزاده [۲]

(تاریخ دریافت: ۸۵/۹/۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۱/۲۹)

چکیده

بخش اعظمی از تلفات و ضایعات محصول برنج ممکن است در مرحله کوبش اتفاق بیافتد. یکی از عوامل مؤثر بر میزان تلفات و ضایعات واحدهای کوبش خرمنکوب‌ها و ماشین‌های برداشت، سرعت خطی کوبنده می‌باشد. در این طرح اثر سه عامل که عبارت‌اند از: سرعت خطی کوبنده (در ۵ سطح) و میزان رطوبت محصول (در۲ سطح) و ارقام متداول برنج (۴ رقم) بر تلفات و ضایعات کوبش مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. برای انجام عمل کوبش از واحد کوبش (T25) که کوبنده آن دارای دندانه‌های از نوع قلابی می‌باشد، استفاده شد. عوامل وابسته شامل در صد دانه‌های کوبیده نشده(تلفات کوبش) و دانه‌های آسیب دیده (ضایعات کوبش) بود. برای تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده از طرح آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد. نتایج آزمایش‌ها نشان داد که اثرات رقم و سرعت خطی کوبنده بر درصد تلفات کوبش و اثرات رقم، سطح میزان رطوبت و سرعت خطی کوبنده بر درصد دانه‌های آسیب دیده معنی‌دار (سطح احتمال ۱ درصد) بوده است. مناسب‌ترین سرعت خطی کوبنده معادل ۱۴m/s می‌باشد و رقم هاشمی دارای بیشترین مقدار درصد تلفات کوبش و رقم بینام دارای کمترین درصد تلفات کوبش بوده است. از بین ارقام مورد آزمایش، رقم بینام از میانگین درصد دانه‌های صدمه دیده بیشتری برخوردار بوده است. به‌طور کلی، کاهش رطوبت محصول باعث افزایش میانگین درصد دانه‌های صدمه دیده در آزمایش‌ها شده است.

واژه‌های کلیدی: سرعت خطی کوبنده، کوبش، تلفات، ضایعات، برنج

مقدمه

اکثر خرمنکوب‌هایی که تا به حال در سطح کشور برای کوبیدن محصول برنج تولید شده‌اند، مبنای علمی ندارند و متناسب با نوع و شرایط محصول مربوطه طراحی نشده‌اند. به عبارت دیگر از طرح بهینه برخوردار نیستند و از این بابت ممکن است باعث افزایش تلفات و ضایعات محصول در مرحله خرمنکوبی شوند. عوامل مؤثر بر تلفات و ضایعات محصول، سرعت خطی کوبنده، نوع و شرایط محصول(رقم و میزان رطوبت محصول) می‌باشند (۱). منظور از تلفات و ضایعات کوبش به ترتیب دانه‌های کوبیده نشده (باقی‌مانده روی خوشه) و دانه‌های آسیب دیده می‌باشد. با تعیین ارتباط این عوامل با میزان تلفات واحد کوبش و تعیین مقدار مناسب آنها، امکان طراحی و ساخت بهینه

۱. استادیار مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۲. اعضای هیئت علمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ezzataskari@yahoo.co.uk

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.17.7]

بخش واحد کوبش خرمنکوب (برنج) یا تنظیم آن فراهم می‌شود.

همان‌طوری‌که قبلاً بیان شد، یکی از عوامل بسیار مهم که بر میزان تلفات و ضایعات مرحله کوبش و توان مورد نیاز واحد کوبش خرمنکوب‌ها و کمباین‌های برداشت اثر قابل توجهی دارد و در مرحله طراحی این ماشین‌ها باید مد نظر قرار گیرد، سرعت خطی کوبنده می‌باشد. سرعت‌های زیاد کوبنده باعث آسیب رساندن به دانه و سرعت‌های کم منجر به افزایش تلفات کوبش می‌شود. از این‌رو مقدار بهینه این پارامتر باید زیر حد پوست کنی دانه واقع شود و نیز بتواند ضربه لازم را برای تفکیک دانه از خوشه تأمین کند.

توسط پژوهشگران زیادی در ارتباط با موضوع مذکور، تحقیقات بسیاری انجام شده است که اهداف و نتایج به‌دست آمده توسط آنها به‌طور خلاصه در زیر ارائه می‌شود:

توسط سرور و خان(۱۱) تحقیقی به منظور مقایسه عملکرد دو نوع کوبنده (حاوی دندانه قلابی (Wire loop) و با میله‌های سوهانی (Rasp bar cylinder)) در کوبش محصول برنج انجام گرفته است. نتایج بررسی این افراد نشان داد که با افزایش سرعت خطی کوبنده درصد دانه‌های صدمه دیده در محصول خشک(میزان رطوبت دانه .w.b ۱۶٪) بیشتر از محصول تر(میزان رطوبت دانه .w.b ۲۴٪) می‌باشد. با افزایش سرعت خطی کوبنده، درصد دانه‌های صدمه دیده و نیز بازده کوبش افزایش می‌یابد. در سرعت‌های بیش از ۱۸/۶۳ m/s، درصد دانه‌های صدمه دیده با شدت بیشتری افزایش می‌یابد ولی در بازده کوبش تغییر چشم‌گیری ایجاد نمی‌شود. سعید و همکاران (۱۰) در آزمون و ارزیابی خرمنکوبی که در آن در حین تغذیه ساقه‌های محصول در بیرون از واحد کوبش نگه‌داشته می‌شوند و فقط بخش خوشه‌ها وارد واحد کوبش می‌شوند (Hold – on paddy threshrer)، به این نتیجه رسید که در آزمایش این دستگاه با سرعت‌های خطی کوبنده ۱۵/۵، ۱۷/۳ و ۱۹ m/s، درصد دانه‌های صدمه دیده به‌ترتیب ۰/۴۷٪، ۰/۶۴٪ و ۰/۹٪ و تلفات کوبش به‌ترتیب ۰/۷۹٪، ۰/۶۸٪ و ۰/۳۴٪ می‌باشد. یعنی با افزایش سرعت خطی کوبنده درصد دانه‌های صدمه دیده افزایش و تلفات کوبش دانه کاهش یافته است. بیشترین ظرفیت کوبش دانه در این دستگاه ۵۳۷ kg/h با بازده کوبش ۹۹/۲٪ در ازای سرعت خطی کوبنده معادل ۱۷/۳ m/s به‌دست آمده است. توسط کلنین و همکاران (۸)، سرعت خطی کوبنده در مورد محصولات غلات با مقدار رطوبت ۱۲ الی ۱۷٪ مورد بررسی قرار گرفته و مقدار مناسب آن برای محصول برنج خاص در حالت خشک ۲۱ الی ۲۳ m/s و در حالت تر ۲۵ الی ۲۷m/s توصیه شده است. کینگ و رایدولز (۷) تلفات ناشی از صدمات مکانیکی را در کوبش محصول گندم در سرعت‌های دورانی کوبنده ۸۰۰،۹۰۰،۱۰۰۰ و ۱۱۰۰rpm به‌ترتیب ۵/۰، ۸/۱، ۱۰/۰ و۱۹/۹ در صد ذکر کرده‌اند. میتچل و رانت وایت (۹) مقاومت دو رقم گندم را نسبت به ضربه مورد بررسی قرار داده‌اند. شاخص ارزیابی میزان مقاومت این دو رقم، درصد جوانه‌زنی دانه‌ها بعد از آزمایش بوده است. سرعت اعمال نیروی ضربه از ۱۷ الی ۳۶ m/s و درصد رطوبت محصول از ۱۵ الی .w.b ۲۵ درصد متغیر بوده است. در کمترین سرعت، میانگین درصد دانه‌های صدمه ندیده ۹۴/۸٪ و در بیشترین سرعت، مقدار دانه‌های صدمه ندیده ۸۶/۸ درصد بوده است. ازاکی (۳) در آزمایش بر روی کمباین نوع ژاپنی در برداشت و کوبش محصول برنج(رقم Nihonbare) با تغییر سرعت خطی کوبنده از ۱۱ الی ۱۹ m/s به این نتیجه رسیده است که در سرعت بیش از ۱۵ m/s با وجود تلفات کوبش ناچیز، درصد دانه‌های صدمه دیده با شدت بیشتری افزایش می‌یابد. دات وآنامالی (۲) در طراحی و ساخت خرمنکوب با کوبنده دندانه میخی (Spike tooth)، سرعت خطی کوبنده را ۱۷ m/s در نظر گرفته‌اند. نتایج آزمایش دستگاه روی محصول برنج با در صد رطوبت ۱۶ الی.w.b ۲۵ درصد و با میزان تغذیه ۱/۸ton/h الی ۳ ton/h، نشان داده‌اند که در صد دانه‌های کوبیده نشده از ۰/۰۲٪ الی ۰/۰۷ ٪ متغیر بوده و دانه‌های صدمه دیده تحت این شرایط وجود نداشته است. سوزوکی (۱۲) در آزمایش روی عملکرد کمباین‌های یک تا پنج ردیفه برنج، درصد دانه‌های صدمه دیده را در سرعت خطی ۱۰/۳ m/s کوبنده و میزان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.17.7]

رطوبت دانه w.b. ۲۵٪، کمتر از ۰/۵٪ گزارش کرده است. هاریسون (۵) مطالعه‌ای را روی تلفات کمباین جریان محوری در آزمایش روی محصول جو انجام داده است. ایشان گزارش کردند که میزان رطوبت محصول، میزان تغذیه و سرعت خطی کوبنده روی تلفات این محصول اثر معنی‌داری داشته و در میزان رطوبت با سطوح ۱۴،۱۰ و w.b. ۱۸٪ تلفات کوبش به‌ترتیب ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۸٪ بوده است. گامرت و همکاران (۴) در بررسی روی عملکرد خرمنکوب جریان محوری(TH 11) (Thresher 11) به این نتیجه رسیده‌اند که در تغییر سرعت دورانی کوبنده از ۴۰۰ تا ۱۲۰۰ rpm، مقدار دانه‌های صدمه دیده در سرعت‌های بیش از ۸۵۰ rpm کوبنده (سرعت خطی کوبنده ۲۰m/s) به‌شدت افزایش می‌یابد.

از بررسی این منابع، می‌توان نتیجه گرفت که عامل سرعت خطی کوبنده در طراحی و تنظیم ماشین‌های برداشت و خرمنکوب‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است و تحقیقات در شرایط مختلف محصول (رقم و میزان رطوبت) انجام شده و نتایج متفاوتی نیز به‌دست آمده است. از این رو انجام تحقیقات در این خصوص برای ارقام متداول برنج در کشور با سطوح رطوبتی متفاوت برای دست‌یابی به اهداف زیر، اهمیت و ضرورت پیدا می‌کند.

اهداف اصلی این تحقیق به شرح زیر است:

۱- بررسی اثر سرعت خطی کوبنده، رطوبت و ارقام متداول برنج روی تلفات و ضایعات کوبش و همچنین بررسی اثرات متقابل آنها

۲- تعیین مناسب‌ترین سرعت خطی کوبنده (زیر حد پوست‌گیری دانه)

مواد و روش‌ها

برای انجام آزمایش‌های از چهار رقم متداول محصول برنج یعنی‌هاشمی (دانه بلند)، علی کاظمی (دانه بلند)، خزر (دانه بلند) و بینام (دانه متوسط) که در شرایط کاملا" به‌زراعی کشت و پرورش داده شدند، استفاده شد. محل کشت و انجام آزمایش‌ها مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در شهرستان رشت بود. ارقام مورد آزمایش در سطوح رطوبتی متداول کوبش یکی در شرایطی که محصول درو و فوراً به محل آزمایش منتقل گردید به‌ترتیب با میزان رطوبت دانه ۱۹/۸ ٪، ۲۰/۰ ٪، ۲۷/۵ ٪و ۲۰/۸٪(برپایه تر) و دیگری محصولی که یک روز آفتاب خورده و مقدار رطوبت دانه ارقام مذکور به‌ترتیب به ۱۴/۲٪، ۱۴/۹٪، ۱۹/۶٪ و ۱۵/۶٪ (بر پایه تر) تقلیل یافت، آزمایش شدند. برای تعیین رطوبت محصول از اجاق ازمایشگاهی (در درجه حرارت ۲±۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت) استفاده شد.

مبنای سنجش و ارزیابی سرعت خطی کوبنده، تلفات کوبش (دانه‌های کوبیده نشده) و ضایعات کوبش (درصددانه‌های صدمه دیده شامل دانه‌های پوست‌گیری شده و آسیب دیده) درنظر گرفته شد. سرعت خطی کوبنده در پنج سطح (۸، ۱۱،۱۴، ۱۷ و۲۰m/s) مورد آزمایش و بررسی قرار گرفت. این محدوده سرعت، تمام سرعت‌هایی را که محققین دیگر در خصوص سرعت خطی کوبنده روی محصول برنج توصیه کرده‌اند را در بر می‌گیرد. آزمایش به‌کمک واحد کوبش ساخت کارخانه اشتاد ایران (مدل T25) با کوبنده‌ای به قطر ۳۶cm، طول ۹۰ cm انجام شد. ۸۴ عدد دندانه (از نوع قلابی) روی کوبنده این دستگاه نصب شده بود و فاصله کوبنده از ضد کوبنده در جلو ۱۴ mm و در عقب ۱۰mm بود. شکل ۱ این دستگاه را در حین آزمایش نشان می‌دهد.

برای تأمین سطوح سرعت خطی مذکور، از فلکه‌های با قطر متفاوت روی محور کوبنده و برای تأمین توان لازم واحد کوبش از موتور دیزل ۷/۵ hp (ساخت شرکت کوبوتا ژاپن) استفاده به‌عمل آمد. برای اندازه‌گیری سرعت دورانی کوبنده از دستگاه دورسنج دیجیتالی (مدل Lutron DC-2236) استفاده به‌عمل آمد.

تغذیه محصول با دست انجام می‌شد و در کلیه آزمایش‌ها مقدار آن ثابت۱ kg/s در نظر گرفته شد به‌طوری‌که در آزمایش‌ها با محصول تر، از ۳ kg شالی(با مدت زمان کوبش ۳ s) و برای انجام آزمایش‌ها با محصول خشک از ۲ kg شالی(با مدت زمان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.17.7]



شکل ۱. خرمنکوب T 25 در حال کار

کوبش ۲ s) استفاده می‌شد. علت این‌که برای انجام آزمایش‌ها با محصول خشک از مقادیر کمتر (۲ kg)استفاده می‌شد، این بود که برداشتن و گرفتن ۳ kg شالی خشک با دست با توجه به حجم زیاد آن غیر ممکن بود و از این‌رو تصمیم گرفته شد از مقدار شالی خشک با وزن کمتر استفاده شود. با توجه به مقدار محصول وارد شده به داخل واحد کوبش و زمان کوبش، در تمام آزمایش‌ها میزان تغذیه شالی ۳۶۰۰ kg/h به‌دست می‌آمد. هر آزمایش در سه تکرار انجام می‌شد. درصد دانه‌های کوبیده نشده (تلفات کوبش) و صدمه دیده (ضایعات کوبش) به‌عنوان عامل وابسته تلقی شدند که برای ارزیابی عوامل مستقل سرعت خطی کوبنده (در۵ سطح)، رقم(در ۴ سطح)، میزان رطوبت(۲ سطح) به‌کار می‌روند. به‌عبارت دیگر اثرات عوامل اصلی و اثرات متقابل آنها، به‌صورت دانه‌های صدمه دیده در نظر گرفته می‌شدند. پس از انجام هر آزمایش، دانه‌های باقی‌مانده روی ساقه‌ها جدا و سپس وزن می‌شدند. نسبت درصد وزنی این مقدار دانه به مجموع وزن دانه ورودی به‌دستگاه به‌عنوان تلفات کوبش در نظر گرفته می‌شد. بعد از انجام آزمایشات، به منظور جلوگیری از فاسد شدن نمونه‌ها، آنها در زیر تابش نورخورشید خشک می‌شدند.

برای اندازه‌گیری میزان ضایعات(درصد دانه‌های صدمه دیده)، کل دانه‌های حاصل از هر آزمایش مخلوط و سه نمونه ۱۰ گرمی از میان دانه‌های کوبیده شده تهیه و سپس دانه‌های آسیب دیده جدا و درصد وزنی دانه‌های آسیب دیده محاسبه و میانگین این سه نمونه به‌عنوان درصد ضایعات در هر آزمایش ثبت می‌گردید. دانه‌های آسیب دیده شامل دانه‌های شکسته شده و یا پوست‌گیری‌شده بودند که به‌وسیله چشم انسان قابل تشخیص بودند. برای تجزیه و تحلیل آثار اصلی و متقابل عوامل مستقل، از طرح آزمایش کرت‌های دو بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی استفاده به‌عمل آمد و برای مقایسه میانگین‌ها، از آزمون دانکن(با استفاده از نرم‌افزارهای IRRISTAT) استفاده شد.

نتایج و بحث

درصد تلفات کوبش

نتایج تجزیه واریانس داده‌های به‌دست آمده مربوط به این عامل وابسته (جدول ۱) نشان داد که آثار عوامل اصلی شامل رقم(V)، سرعت خطی کوبنده(N)، اثرات متقابل رقم در سرعت خطی کوبنده (V× N) و اثرات متقابل میزان میزان رطوبت در سرعت خطی کوبنده(M × N)، خیلی معنی‌دار (در سطح احتمال ۱ ٪) و بقیه اثرات عوامل معنی‌دار نشده است.

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در سرعت خطی کوبنده (جدول ۲) نشان می‌دهد که در ارقام هاشمی، خزر و علی کاظمی با افزایش سرعت خطی کوبنده از ۸ تا ۱۴ m/s،

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.17.7]

جدول۱. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری درصد تلفات کوبش

منابع تغییرات(SV)	درجه آزادی(DF)	نسبت F	
		در صد تلفات کوبش	در صد دانه‌های آسیب دیده
تیمار	۳۹	۲۴/۹۲**	۴۰/۴۲**
رقم(v)	۳	۳۳/۷۰**	۴۷/۳۱**
میزان رطوبت(M)	۱	<۱	۴۵/۵۸**
سرعت خطی کوبنده(N)	۴	۱۵/۴۰**	۲۶۲/۸۵**
اثرات متقابل(V×M)	۳	۱/۳۵^{ns}	<۱
اثرات متقابل(V×N)	۱۲	۱۶/۵۱**	۲۰/۴۵**
اثرات متقابل(M×N)	۴	۵/۸۵**	۱۹/۳۸**
اثرات متقابل (V×M×N)	۱۲	۱/۲۳^{ns}	۱/۱۵^{ns}

** : اثر معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ (ns) اثر معنی‌دار نیست.

جدول۲. اثرات متقابل رقم در سرعت خطی کوبنده بر درصد تلفات کوبش

سرعت خطی کوبنده(m/s)	ارقام مورد آزمایش				میانگین اثرات سرعت خطی کوبنده(٪)
	علی کاظمی	هاشمی	خزر	بینام	
۸	۸/۶۹^{a}	۱۱/۵۳^{a}	۴/۱۳^{a}	۲/۲۶^{a}	۶/۶۵
۱۱	۳/۲۱^{b}	۳/۳۲^{b}	۰/۳۸^{b}	۰/۰۰^{b}	۱/۷۳
۱۴	۰/۰۰^{c}	۰/۰۰^{c}	۰/۰۰^{b}	۰/۰۰^{b}	۰/۰۰
۱۷	۰/۰۰^{c}	۰/۰۰^{c}	۰/۰۰^{b}	۰/۰۰^{b}	۰/۰۰
۲۰	۰/۰۰^{c}	۰/۰۰^{c}	۰/۰۰^{b}	۰/۰۰^{b}	۰/۰۰
میانگین اثرات نوع رقم(٪)	۲/۸۲	۲/۹۶۹	۰/۰۳	۰/۵۲	۱/۶۸

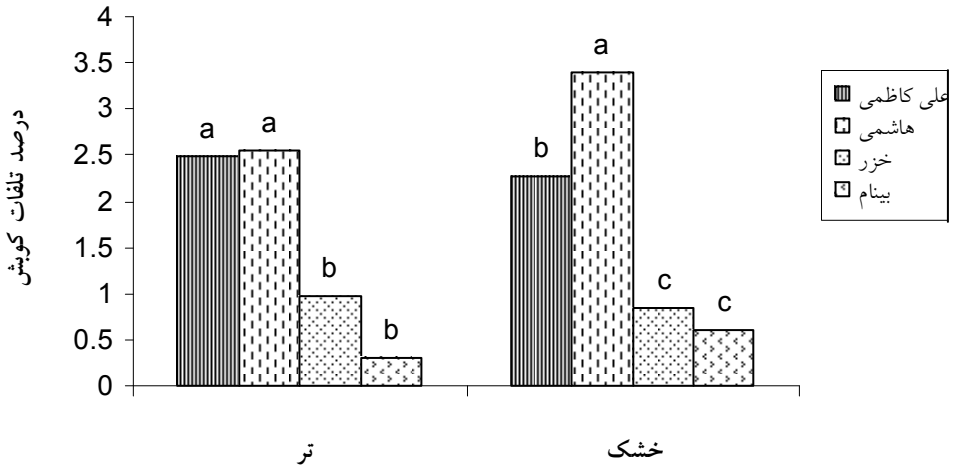
در هر ستون حروف‌های غیریکسان اختلاف معنی‌دار (سطح احتمال ۵٪) را نشان می‌دهد.

میانگین درصد تلفات کوبش کاهش یافته و در سرعت خطی کوبنده ۱۴ m/s در تمام آزمایش‌ها به صفر می‌رسد. در رقم بینام فقط در ازای اولین سطح از سرعت خطی کوبنده(۸ m/s) تلفات کوبش به مقدار کم وجود داشته و مقدار میانگین آن ۲/۲۶٪ می‌باشد و در بقیه سطوح از سرعت خطی کوبنده مقدار درصد تلفات کوبش صفر بوده است. به‌طور کلی رقم بینام دارای کمترین مقدار میانگین درصد تلفات کوبش(۰/۴۵٪) و رقم هاشمی دارای بیشترین مقدار میانگین درصد تلفات کوبش(۲/۹۷ ٪) بوده است. در بین کلیه آزمایش‌ها، رقم هاشمی در ازای کمترین مقدار سرعت خطی کوبنده(۸ m/s) از بیشترین مقدار درصد تلفات کوبش (۱۱/۵۳٪) برخوردار بوده است. تفاوت معنی‌داری نیز در میانگین اثرات ارقام مشاهده می‌شود. علت آن تفاوت درخواص فیزیکی و مکانیکی ارقام مختلف یعنی مقدار نیروی پیوستگی دانه روی خوشه و یا اصطکاک بین سطوح اجزای کوبنده و دانه ارقام مورد آزمایش می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در میزان رطوبت در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طوری‌که از این شکل

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.17.7]



شکل۲. اثرات متقابل رقم در میزان رطوبت بر درصد تلفات کوبش

نیز دیده می‌شود در حالت کلی، رقم هاشمی دارای بیشترین مقدار میانگین درصد تلفات کوبش و رقم بینام دارای کمترین مقدار میانگین درصد تلفات کوبش می‌باشد.

در کلیه آزمایش‌ها با ارقام مختلف در حالت تر، میانگین اثرات ارقام علی کاظمی وهاشمی با ارقام خزر و بینام بر درصد تلفات کوبش، اختلاف معنی‌داری(در سطح احتمال ۵٪) دارند. در حالت خشک میانگین اثرات رقم علی‌کاظمی با اثرات سایر ارقام متفاوت بوده و ارقام خزر و بینام مثل حالت تر اثرات مشابهی (سطح احتمال ۵٪) بر درصد تلفات کوبش دارند. به‌طور کلی اختلاف میانگین اثرات (درصد تلفات کوبش) محصول خشک (معادل ۱/۷۸٪) بیشتر از میانگین اثرات محصول تر(معادل ۱/۵۸٪) بوده است. همان‌طوری‌که قبلاً بیان شده این اختلاف ممکن است از تأثیر رطوبت بر خواص فیزیکی و مکانیکی محصول ناشی شده باشد.

مناسب‌ترین سرعت خطی کوبنده، سرعتی است که در ازای آن، درصد تلفات کوبش از ۲٪ و درصد دانه‌های صدمه دیده از ۱٪ تجاوز نکند(۱). با توجه به نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین اثرات متقابل عوامل رقم و سرعت خطی کوبنده، کمترین سرعت خطی مجاز (مناسب) کوبنده(m/s ۱۱) می‌باشد، زیرا در این سرعت، میانگین تلفات کوبش معادل ۱/۷۳ ٪ (کمتر از ۲٪) می‌باشد. البته در سرعت‌های بیشتر میانگین درصد تلفات کوبش نیز معادل صفر ولی احتمال صدمه دیدگی دانه‌ها افزایش می‌یابد. در ازای سرعت کمتر ازm/s ۱۱، میانگین درصد تلفات کوبش(معادل ۶/۶۵٪) از حد مجاز (۲٪) فرا تر رفته است(جدول۲).

با افزایش سرعت خطی کوبنده تلفات کوبش به‌تدریج کاهش یافته است. زیرا تعداد برخورد و نیز ضربه وارده از طرف دندانه کوبنده افزایش می‌یابد. این نتیجه با نتایج سرور و خان(۱۱) و سعید و همکاران(۱۰) کینگ و رایدولز(۷) در مورد کوبش محصول گندم و ازاکی (۳) در مورد برنج و مطابقت دارد.

درصد دانه‌های صدمه دیده

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های به‌دست آمده از اندازه‌گیری درصد دانه‌های صدمه‌دیده (جدول ۱) نشان داد که اثرات اصلی عوامل رقم (V)، میزان رطوبت محصول(M)، سرعت خطی کوبنده(N) ، اثرات متقابل رقم در سرعت خطی کوبنده(V× N) ، میزان رطوبت محصول در سرعت‌خطی کوبنده (M × N) بر عامل وابسته مذکور خیلی معنی‌دار(در سطح احتمال ۱٪) می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم در سرعت خطی

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.17.7]

کوبنده (V× N) نشان داد که در آزمایشات با رقم علی کاظمی، هاشمی و خزر، در سرعت‌های ۸، ۱۱ و ۱۴ m/s، میانگین درصد دانه‌های صدمه دیده صفر بوده است. در آزمایش با رقم بینام، در سرعت خطی کوبنده ۱۴ m/s، آسیب دیدگی دانه‌ها با میانگین بسیار کم(۰/۱۶۵٪) شروع و با افزایش سرعت، مقدار میانگین آن به‌طور معنی‌دار افزایش یافته است. در بقیه ارقام میانگین درصد دانه‌های صدمه دیده در سرعت‌های خطی کوبنده(۱۷و ۲۰ m/s) غیر صفر و به‌طور معنی‌دار (در سطح احتمال ۵٪) افزایش یافته است (شکل ۳).

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل میزان رطوبت در سرعت خطی کوبنده (M× N) نشان می‌دهد که با کاهش میزان رطوبت، در دو سطح نهایی، سرعت خطی کوبنده (۱۷ و ۲۰ m/s) و درصد دانه‌های صدمه‌دیده به‌طور معنی‌دار (سطح احتمال ۱٪) افزایش یافته است(جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نوع رقم در میزان رطوبت محصول در شکل ۴ نشان داده شده است. در تمام آزمایشات میانگین درصد دانه‌های صدمه دیده در حالت خشک بیشتر از حالت تر می‌باشد و این با نتیجه سرور و خان (۱۱) مطابقت دارد. علت آن‌را می‌توان کاهش الاستیسیته دانه در خشک شدن دانه برشمرد. اختلاف اثرات سطوح میزان رطوبت در تمام ارقام خیلی معنی‌دار(سطح احتمال ۱٪) می‌باشد.

در حالت تر و خشک، اثرات ارقام علی کاظمی، هاشمی و خزر بر میزان درصد دانه‌های صدمه دیده مشابه ولی میانگین اثرات این سه رقم با رقم بینام بر میزان درصد دانه‌های صدمه دیده اختلاف معنی‌داری(سطح احتمال ۵٪) دارد.

از لحاظ درصد دانه‌های صدمه دیده، بیشترین سرعت خطی مناسب کوبنده، معادل ۱۴ m/s می‌باشد. زیرا در سرعت‌های بیشتر، درصد دانه‌های صدمه دیده از مقدار ۱٪ مجاز تجاوز می‌کند. به‌طوری‌که در ازای سرعت خطی کوبنده معادل ۱۷ و ۲۰ m/s مقدار میانگین آن به‌ترتیب ۲/۲۸٪ و۷/۲۴۲ ٪ می‌باشد(جدول۴).

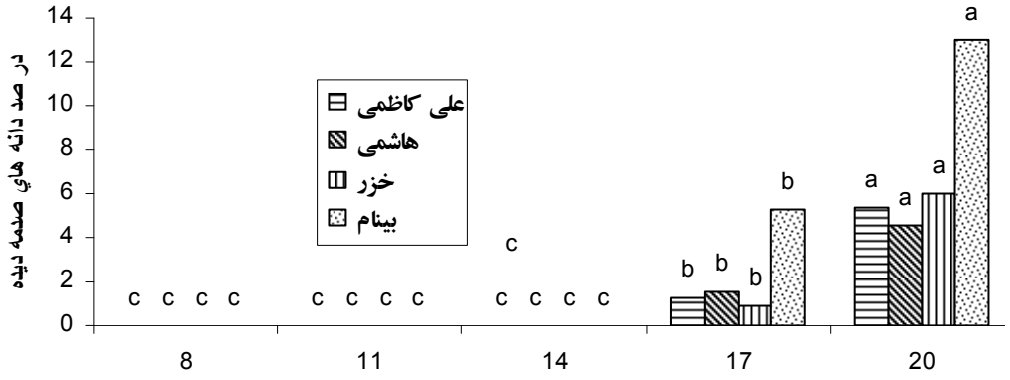
به علت کم بودن میانگین درصد دانه‌های صدمه دیده در رقم خزر(۰/۹۳٪)، می‌توان سرعت خطی کوبنده را تا۱۷ m/s افزایش داد. البته در ازای این مقدار سرعت، میانگین درصد تلفات کوبش نیز صفر می‌باشد.

همان‌طوری‌که دیده شد با افزایش سرعت خطی کوبنده تا اندازه‌ای صدمه‌دیدگی در دانه‌ها مشاهده نمی‌شود ولی با افزایش بیشتر این عامل صدمه دیدگی دانه‌ها شروع و به‌تدریج افزایش می‌یابد. چرا که دانه ارقام مختلف در رطوبت‌های مختلف دارای مقاومت‌های متفاوت نسبت به ضربه وارده از طرف دندانه کوبنده می‌باشند.

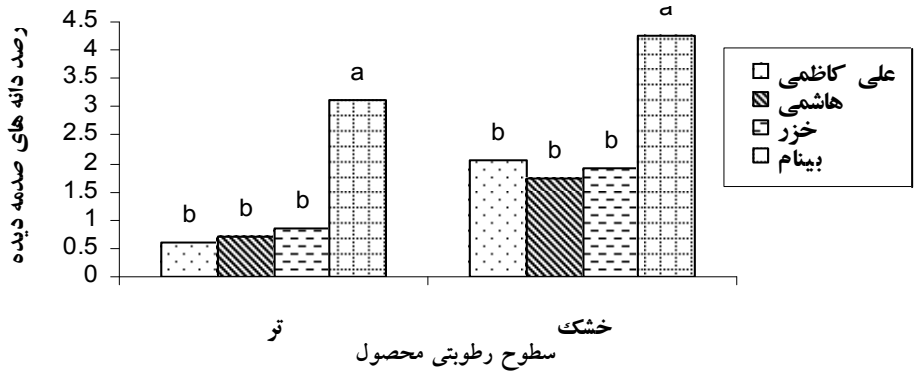
یافته‌های مربوط به این تحقیق از لحاظ اعداد و ارقام ممکن است با نتایج محققین دیگر، قدری متفاوت باشد. برای مثال کلنین و همکاران (۸) سرعت خطی مناسب کوبنده را در کوبش محصول برنج در دو حالت مرطوب و خشک به ترتیب ۲۱ الی۲۳ m/s و ۲۵ الی ۲۷ m/s گزارش کرده است. ازاکی (۳) در آزمایش واحد کوبش یک نوع کمباین با کوبنده دندانه قلابی، مشاهده کرده است که با افزایش سرعت کوبنده از مقدار m/s ۱۵، با وجود تلفات کوبش ناچیز، درصد دانه‌های آسیب دیده به‌شدت افزایش می‌یابد. گامرت و همکاران (۴)، در آزمایش و ارزیابی یک نوع خرمنکوب روی محصول برنج (رقم IR 72) با میزان رطوبت دانه و کاه به‌ترتیب ۳۲/۱ و ۶۶/۹٪، مشاهده کرده است که در آزمایش‌های با سرعت خطی بیشتر از ۲۰ m/s، میزان آسیب دیدگی دانه‌ها با شدت بیشتری افزایش می‌یابد. ضمن این‌که در این سرعت کوبنده، تلفات کوبش کمتر از ۲٪ می‌باشد. به این علت در آزمایش‌های با سرعت خطی کوبنده از ۱۰/۵ تا۲۶/۵ m/s، مناسب‌ترین سرعت خطی کوبنده ۲۰ m/s گزارش شد. ولی در این تحقیق مشاهده شد در رقم علی کاظمی با افزایش سرعت خطی کوبنده از ۱۷ m/s ۲۰، میانگین درصد آسیب دیدگی دانه به‌شدت افزایش یافته و از ۱/۳٪ به ۵/۳۸ ٪، در رقم خزر از ۰/۳۳٪ به ۶/۰۰٪ ولی در آزمایش‌های با رقم بینام با افزایش سرعت خطی از ۱۴ به ۱۷m/s، میانگین درصد دانه‌های آسیب دیده از ۰/۱۶۵ به ۵/۶۷٪ افزایش می‌یابد. علت این تفاوت‌ها را می‌توان وجود غیر یک‌نواختی شرایط محصول (رقم و سطوح رطوبتی مورد آزمایش) و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.17.7]



شکل۳. اثرات متقابل نوع رقم در سرعت خطی کوبنده (V× N)



شکل۴. اثرات متقابل نوع رقم در میزان رطوبت محصول

جدول۳. اثرات متقابل میزان رطوبت و سرعت خطی کوبنده بر درصد دانه‌های صدمه دیده

سرعت خطی‌کوبنده(m/s)	سطوح میزان رطوبت محصول		میانگین اثرات سرعت	اختلاف اثرات سطوح
	تر	خشک	خطی کوبنده	سرعت خطی کوبنده
۸	۰/۰۰۰^{c}	۰/۰۰۰^{c}	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰^{ns}
۱۱	۰/۰۰۰^{c}	۰/۰۰۰^{c}	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰^{ns}
۱۴	۰/۰۷۵^{c}	۰/۰۰۸^{c}	۰/۰۴۱	۰/۰۶۸^{ns}
۱۷	۱/۱۴۲^{b}	۳/۴۰۰^{b}	۲/۲۷۱	-۲/۲۵۸**
۲۰	۵/۴۱۷^{a}	۹/۰۶۷^{a}	۷/۲۴۲	- ۳/۶۵۰**
میانگین اثرات میزان رطوبت	۱/۳۲۷	۲/۴۹۵	۱/۹۱۱	-۱/۱۶۸

** : اثر معنی‌دار در سطح ۱٪ ns : اثر معنی‌دار نیست.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.17.7]

متفاوت بودن سطوح عوامل مستقل متغیر در این تحقیق با بررسی‌های دیگران ذکر کرد.

نتیجه‌گیری

۱. به‌طورکلی در دو سطح اول سرعت خطی کوبنده(۸ و m/s ۱۱) میانگین درصد تلفات کوبش قابل ملاحظه و در سطوح دیگر مقدار آن معادل صفر است.

۲. در حالت کلی بیشترین درصد تلفات کوبش به رقم هاشمی و کمترین درصد تلفات کوبش به رقم بینام اختصاص دارد. علت آن ممکن است در کم بودن(نسبی) نیروی پیوستگی دانه روی خوشه در رقم بینام باشد و یا این‌که اینرسی دانه بینام به‌علت بالا بودن جرم دانه بیشتر باشد و در نتیجه تأثیر نیروی ضربه بر دانه‌ها نیز افزایش یابد. البته شکل دانه و نیز ضریب اصطکاک بین دانه و کوبنده نیز ممکن است در میزان تأثیر ضربه وارد بر دانه و گسیختگی آن اثر داشته باشند. هرچه قدر ابعاد دانه در امتداد عمود بر سرعت حرکت دندانه کوبنده بیشتر باشد، درگیری دندانه‌ها با دانه‌ها بیشتر و درنتیجه گسیختگی دانه‌ها تسهیل می‌یابد.

۳. میانگین درصد تلفات کوبش در محصول خشک بیشتر از محصول مرطوب بوده است.

۴. رقم، میزان رطوبت محصول و سرعت خطی کوبنده بر درصد دانه‌های صدمه دیده تأثیرخیلی معنی‌داری داشته‌اند.

۵. رقم و سرعت خطی کوبنده اثرخیلی معنی‌داری بر درصد تلفات کوبش داشته است.

۶. در سرعت‌های بالاتر (بیش از m/s ۱۴) مقدار رطوبت محصول اثر فاحشی بر درصد دانه‌های صدمه دیده داشته است.

۷. ازبین تمام ارقام مورد آزمایش، رقم بینام از میانگین درصد دانه‌های صدمه دیده بیشتری برخوردار است.

۸. به‌طور کلی بهترین سرعت خطی کوبنده m/s ۱۴ می‌باشد. زیرا در ازای آن تلفات کوبش معادل صفر و درصد دانه‌های صدمه دیده (با میانگین ۰/۰۴۱ ٪) ناچیز می‌باشد.

۹. در کلیه واحدهای کوبشی که دارای دندانه قلابی می‌باشند و اصول کوبش در آنها بر مبنای ضربه و اصطکاک استوار است، می‌توان نتایج مذکور را تعمیم داد.

منابع مورد استفاده

1. Araullo, EV. DE, B. Pada and M. Graham. 1976. Rice Post-harvesting Technology. International Development Research Center, Ottawa.
2. Datt, P. and S. J. K. Annamalia. 1991. Design and development of straight through peg tooth type thresher for paddy. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 22(4): 47-50
3. Ezaki, H. 1963. Threshing performance of Japanese-type combine. Japan Agric. Res. Quarterly 7(1): 22-29.
4. Gummert, M., W. Muhlbure and G.R. Quick. 1990. Performance evaluation of IRRI axial-flow paddy thresher. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 22(4): 47-50.
5. Harisson, H.B. 1991. Rotor power and losses of an axial-flow combine. Trans. ASAE. 34(1): 60-64.
6. Ichikawa,T., T. Sugiyama, H. Takahashi and S. Miyahara. 1990. Equipment for quantitative measurement of shattering habit of paddy. Japan Agric. Res. Quarterly 24(1): 34-42.
7. King, D. L. and A.W. Riddolls. 1962. Damage to wheat seed and pea seed in threshing. J. Agric. Eng. Res. 7(2): 9.
8. Klenin, N. I., I. F. Popov and V.A. Sakun. 1985. Agricultural Machines. American Pub. Co.Pvt. Ltd., New Delhi.
9. Mitchell , F. S. and T. E. Rounthwaite. 1964. Resistance of two varieties of wheat to mechanical damage by impact. J. Eng. Res. 9(4): 303.
10. Saeed, M. A., A. S. Khan, H. A. Rizvi and T. Tanveer. 1995. Testing and evaluation of hold–on paddy thresher. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 26(2): 47- 51
11. Sarwar, J. G. and A. U. Khan. 1987. Comparative performance of rasp-bar and wire-loope cylinders for threshing rice crop Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 18(2): 37 - 42
12. Suzuki, M. 1980. Performance of rice combine harvester by the national test in Japan. Japan Agric. Res. Quarterly 14(1): 20-23.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1387.12.44.17.7]