

تبدیل خرمکوب متداول برنج به یک خرمکوب جریان محوری و ارزیابی عملکرد آن

عزت‌الله عسکری اصلی ارده، محمدرضا علیزاده و صمد صبوری*

* به ترتیب عضو هیئت علمی دانشگاه محقق اریلی، نشانی: اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، ص. پ. ۱۷۹، تلفن: ۹-۵۵۱۲۰۸۱ (۰۴۵۱).

پایان‌نگار: ezzataskari@yahoo.co.uk؛ و اعضای هیئت علمی موسسه تحقیقات برنج کشور

تاریخ دریافت مقاله: ۸۵/۷/۱؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۲/۱۵

چکیده

برای کوبیدن محصولات دانه‌ای، از روش‌های متفاوت استفاده می‌شود. خرمکوب‌های متداول، بر اساس ضربه وارد بر محصول (داخل واحد کوبش) کار می‌کنند و از این جهت ممکن است باعث ایجاد ضایعات در دانه شوند. در روش دیگری که به روش جریان محوری معروف است و اخیراً در اکثر ماشین‌های برداشت غلات از آن استفاده می‌شود، به دانه آسیب کمتری وارد می‌شود. در قالب این طرح، روی یکی از خرمکوب‌های متداول برنج مدل (T30) ساخت کارخانه استاد ایران، تغییراتی به منظور تبدیل آن به واحد کوبش جریان محوری داده شد. درپوش واحد کوبش خرمکوب T30 تعویض و به جای آن از درپوشی استفاده شد که با طرح خرمکوب‌های جریان محوری (International Rice Research Institute) IIRRI مطابقت داشت. طرح کوبنده نیز تغییر داده شد. دستگاه با دو رقم برنج مورد آزمایش و ارزیابی قرار گرفت. تعداد تیمارها ۲۰ بود و هر آزمایش در ۴ تکرار انجام شد. عوامل مستقل متغیر در آزمایش‌ها شامل رطوبت دانه محصول (دو سطح)، رقم (خزر و هاشمی)، سرعت خطی کوبنده (پنج سطح)، و عوامل وابسته شامل درصد دانه‌های صدمه‌دیده، درصد دانه‌های کوبیده‌نشده، و درصد کاه (موادی به غیر از دانه) موجود در نمونه‌ها بودند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از طرح آزمایشی کرت‌های دو بار خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سرعت خطی کوبنده بر درصد دانه‌های آسیب‌دیده، تلفات کوبش، و نسبت کاه به دانه اثر معنی‌داری ($p < 0.01$) دارد و اثر رقم بر تلفات کوبش بسیار معنی‌دار ($p < 0.01$) است. به طوری که مقدار آن در آزمایش با رقم خزر صفر و با رقم هاشمی قابل توجه بود. در کلیه آزمایش‌های با ارقام خزر و هاشمی، اثر رطوبت بر عوامل وابسته مذکور غیر معنی‌دار نشان داده شد.

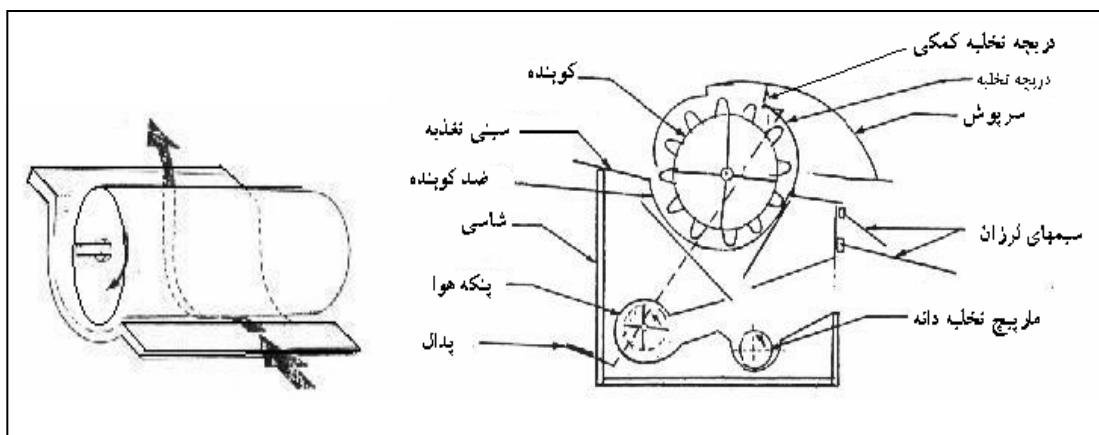
واژه‌های کلیدی

برنج، تلفات کوبش، خرمکوب، درصد دانه‌های صدمه‌دیده، نسبت کاه به دانه

مقدمه

شکل ۱، ساختمان و نحوه حرکت محصول را در این خرمکوب‌ها نشان می‌دهد. ضایعات مکانیکی حاصل از کوبیدن دانه‌ها با این دستگاه‌ها بالاست مخصوصاً وقتی دانه با رطوبت نسبتاً بالا کوبیده شود. علاوه بر این، برای افزایش بازده و ظرفیت کوبش دستگاه (مخصوصاً در کوبش محصول برنج) ساقه‌ها را کاربر نگه می‌دارد. از این رو کوبش محصول با زحمت فراوان و خطر احتمالی همراه است.

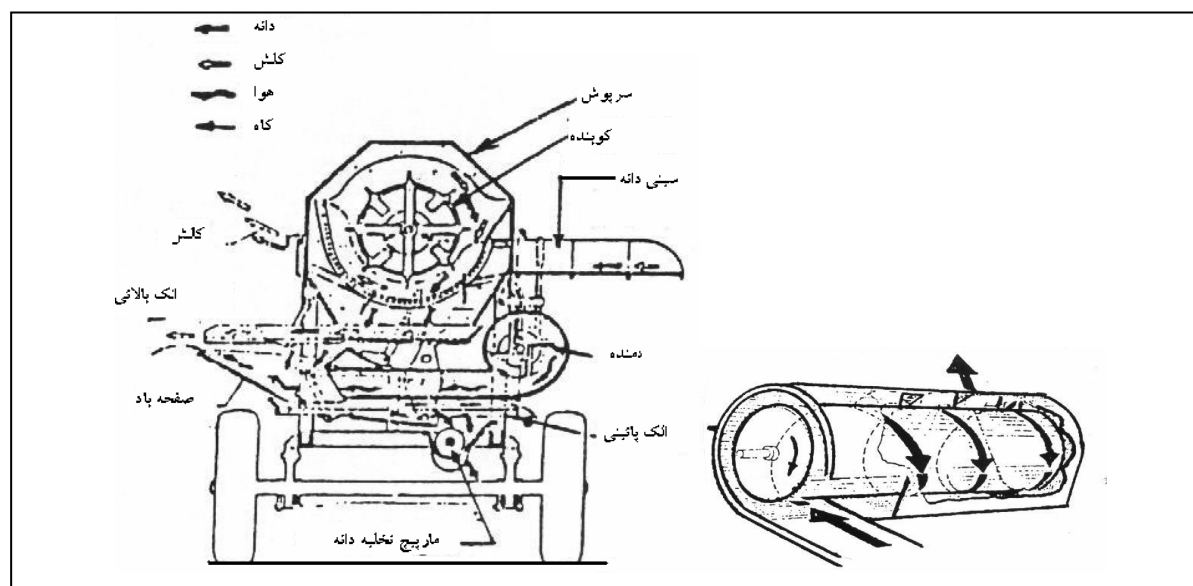
تلاش برای کاربرد هر روشی که به تقلیل میزان تنش مکانیکی وارد بر دانه در مرحله کوبش محصول بینجامد اهمیتی خاص دارد. در حال حاضر برای کوبش اکثر محصولات از قبیل برنج و گندم از واحدهای کوبشی استفاده می‌شود که بر اساس ضربه و مالش کار می‌کنند. در این خرمکوب‌ها، کوبش فقط بین کوبنده و ضد کوبنده انجام می‌گیرد.



شکل ۱- ساختمان و اجزای خرمنکوب متداول (سمت راست) و نحوه حرکت محصول در داخل آن (سمت چپ)

در شکل ۲، شمایی از خرمنکوب جریان محوری و نحوه حرکت محصول در داخل واحد کوبش آن ارائه شده است. جدا شدن دانه از خوشه در واحدهای کوبش جریان محوری بر اساس نیروی گریز از مرکز است که در اثر چرخش محصول حول کوبنده بر دانه‌ها وارد می‌شود.

برای کوبش محصولات (غلات)، روشی دیگر وجود دارد که در آن به محصول پس از ورود به داخل واحد کوبش، علاوه بر چرخش حول استوانه کوبنده، حرکت محوری نیز اعمال می‌شود. این روش را کوبش جریان محوری^۱ می‌نامند. میزان آسیب‌دیدگی دانه در این روش نسبتاً پایین است (Askari, 1997).



شکل ۲- ساختمان (سمت چپ) و نحوه حرکت محصول (سمت راست) در نمونه‌ای از خرمنکوب جریان محوری

تبدیل خرمنکوب متداول برنج به یک خرمنکوب جریان ...

میتچسل و رائست وایست (Mitchell & Rounthwaite, 1964) مقاومت دو رقم گندم را نسبت به ضربه بررسی کرده‌اند. شاخص ارزیابی میزان مقاومت این دو رقم، درصد جوانه‌زنی دانه‌ها بعد از آزمایش (کوبیدن محصول) بوده است. سرعت اعمال نیروی ضربه از ۱۷ تا ۳۶ متر بر ثانیه و میزان رطوبت محصول از ۱۵ تا ۲۵ درصد متغیر بوده است. در کمترین و بیشترین سرعت، میانگین درصد دانه‌های صدمه‌دیده به ترتیب ۹۴/۸ درصد و ۸۶/۸ درصد بوده است.

ازاکی (Ezaki, 1973) در آزمایش روی کمباین نوع ژاپنی در برداشت و کوبش برنج (ارقام ژاپنی)، با تغییر سرعت خطی کوبنده از ۱۱ تا ۱۹ متر بر ثانیه به این نتیجه رسید که در سرعت بیش از ۱۵ متر بر ثانیه درصد دانه‌های صدمه‌دیده به شدت افزایش می‌یابد.

دات و آناملای (Datt & Annamalai, 1991) در طراحی و ساخت خرمنکوب با کوبنده دندان میخی، سرعت خطی کوبنده را ۱۷ متر بر ثانیه در نظر گرفته‌اند. نتایج آزمایش دستگاه روی برنج با درصد رطوبت ۱۶ تا ۲۵ درصد (بر اساس پایه تر) و با میزان تغذیه ۱/۸ تا ۳ تن در هکتار، نشان دادند که دانه‌های کوبیده نشده از ۰/۰۲ تا ۰/۰۷ درصد متغیر بوده و دانه صدمه‌دیده تحت این شرایط وجود نداشته است.

سوزوکی (Suzuki, 1980) در آزمایش روی عملکرد کمباین‌های یک تا پنج‌ردیفه برنج (از نوع سرتغذیه)^۱، میزان دانه‌های صدمه‌دیده را در سرعت خطی ۱۰/۳ متر بر ثانیه کوبنده و رطوبت دانه ۲۵ درصد، کمتر از ۰/۵ درصد گزارش کرده است.

سوابق تحقیقات در مورد واحدهای کوبش جریان محوری و توسعه آنها در خرمنکوب‌ها در زیر آورده می‌شود: خان (Khan, 1990) تغییراتی روی خرمنکوب گندم ساخت کشور ترکیه ایجاد کرد بدین معنی که این دستگاه برای کوبش گندم به شکل اولیه و برای کوبش برنج به صورت جریان محوری به کار گرفته می‌شود. او از یک سری منحرف‌کننده روی درپوش خرمنکوب برای ایجاد حرکت محوری در داخل واحد کوبش، از دو عدد دریچه برای ورود محصول و خروج گاه و برای تخلیه گاه از داخل واحد کوبش، از چهار عدد پره استفاده کرد که روی بخش انتهایی کوبنده نصب شده بود. این منحرف‌کننده‌ها برای کوبش گندم و برنج به ترتیب تحت ۹۰ درجه و ۷۵ درجه نسبت به محور کوبنده تنظیم شده‌اند. پس از ایجاد تغییرات عملکرد خرمنکوب مطلوب و ظرفیت کوبش این خرمنکوب به ترتیب برای گندم و برنج ۳۹۰ و ۶۳۴ کیلوگرم در ساعت و تلفات کوبش ۱/۵ و ۱/۲ درصد گزارش شده است.

کلنین و همکاران (Klenin et al., 1985) سرعت خطی کوبنده را در مورد غلات دارای رطوبت ۱۲ تا ۱۷ درصد بررسی و توصیه کردند که سرعت مناسب برای برنج در حالت خشک ۲۱ تا ۲۳ متر بر ثانیه و در حالت تر ۲۵ تا ۳۷ متر بر ثانیه است.

کینگ و رایدولز (King & Riddolls, 1962) تلفات ناشی از صدمات مکانیکی را در کوبش محصول گندم در سرعت‌های دورانی ۸۰۰، ۹۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۱۰۰ دور بر دقیقه کوبنده به ترتیب ۵/۰، ۸/۱، ۱۰/۰ و ۱۹/۹ درصد ذکر کرده‌اند.

۲- تعیین مناسب‌ترین سرعت خطی کوبنده در دو سطح رطوبتی محصول.

۳- تعیین اثر سرعت خطی کوبنده، رطوبت محصول، و رقم بر تلفات و ضایعات ناشی از کوبش.

۴- بررسی عملکرد یا کارایی دستگاه در کوبش محصول مرطوب از لحاظ تلفات و ضایعات (دانه).

در این طرح تلاش بر این بود که از روش کوبش جریان محوری در خرمنکوب متداول (T30) استفاده شود.

مواد و روش‌ها

عامل انحراف محوری مواد در داخل واحد کوبش، اجزای مارپیچی شکل هستند که در قسمت داخلی درپوش (کاپوت) واحد کوبش نصب شدند. این اجزا تقریباً نیم‌دایره به پهنای ۵۵ میلی‌متر هستند. با توجه به طول کوبنده خرمنکوب T30، این اجزای مارپیچی ۴ عدد و زاویه کمان‌های مربوط ۱۲۰ درجه اختیار شد (Gummert et al., 1990). شکل ۳، درپوش واحد کوبش و کوبنده تغییر داده شده را نشان می‌دهد.

برای تهیه و ساخت این اجزا، از نقشه‌های موجود تهیه‌شده در مؤسسه تحقیقات بین‌المللی برنج استفاده شد (Anon, 1979). شعاع کمان‌های مربوط به منحرف‌کننده‌ها متناسب با قطر کوبنده اصلاح شد. روی بخش انتهایی کوبنده، چهار پره نصب شد که نقش آنها پرتاب و هدایت مواد کوبیده‌شده به بیرون از قفسه کوبش است. دندان‌های موجود روی این قسمت از کوبنده حذف شد. به منظور جلوگیری از هدایت دانه به سمت بخش خروجی کاه، در ابتدای بخش تخلیه کاه روی ضدکوبنده یک صفحه حایل نصب شد.

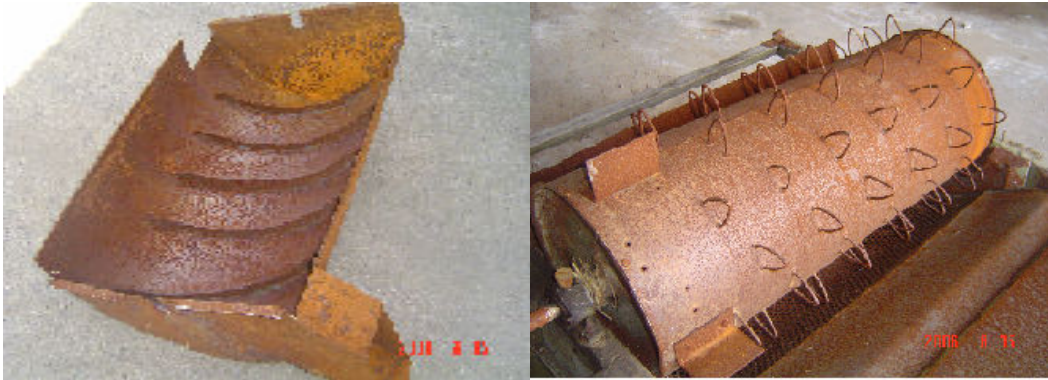
هاریسون (Harrison, 1991) تلفات جو را به هنگام استفاده از کمباین جریان محوری بررسی و گزارش کرد که رطوبت محصول، میزان تغذیه، و سرعت دورانی کوبنده روی تلفات این محصول اثر معنی‌داری دارد و در رطوبت‌های ۱۴، ۱۰، و ۱۸ درصد تلفات به ترتیب ۰/۳، ۰/۶، و ۰/۸ درصد بوده است.

گامرت و همکاران (Gummert et al., 1992) در ارزیابی عملکرد خرمنکوب جریان محوری (مدل TH11)، تأثیر سرعت دورانی کوبنده (۶۰۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰، ۱۲۰۰ دور بر دقیقه) را بر تلفات کوبش و درصد دانه‌های صدمه‌دیده بررسی کرده‌اند. این محققان پس از آزمایش، گردآوری، و تجزیه تحلیل داده‌ها، تلفات کوبش و درصد دانه‌های صدمه‌دیده را با رسم نمودار بر حسب سطوح مختلف سرعت دورانی کوبنده تعیین و مشاهده کردند که در سرعت دورانی ۸۵۰ دور بر دقیقه معادل (۲۰ متر بر ثانیه سرعت خطی کوبنده) میزان صدمه‌دیدگی دانه‌ها و تلفات کوبش حداقل است (کمتر از ۱ درصد). از این رو با توجه به شرایط دستگاه و محصول مورد آزمایش، مناسب‌ترین سرعت خطی کوبنده را ۲۰ متر بر ثانیه گزارش کردند.

از بررسی این منابع، می‌توان نتیجه گرفت که تحقیق برای بهبود روش‌های کوبش و نیز بررسی عوامل موثر (عوامل مستقل متغیر) در کارایی دستگاه‌ها با توجه به ارقام متداول برنج در کشور و نیز یافتن مناسب‌ترین سطوح عوامل موثر که باعث تأمین کارایی بهتر دستگاه شود، اهمیت خاصی دارد.

اهداف اصلی این طرح عبارت‌اند از:

۱- ایجاد تغییرات لازم در خرمنکوب متداول (T30) به منظور تبدیل آن به یک واحد کوبش جریان محوری.



شکل ۳- درپوش خرمنکوب (سمت چپ) و کوبنده تغییر داده شده (سمت راست)

دست آمده در جدول ۱ منعکس شده است. برای تعیین میزان تغذیه ابتدا ۱۲ آزمایش مقدماتی انجام شد. در تمام آزمایش‌ها، ۳ کیلوگرم محصول با طول ساقه ۷۰ سانتی‌متر آماده در نظر گرفته شد و برحسب تری و خشکی محصول زمان کوبش به طور متوسط از ۱۵ تا ۲۰ ثانیه به طول می‌انجامید. در نتیجه ظرفیت دستگاه به طور متوسط ۵۴۰ تا ۷۲۰ کیلوگرم در ساعت (تقریباً معادل ۲۷۰ تا ۳۶۰ کیلوگرم در ساعت دانه شلتوک) تعیین شد. بهترین سرعت خطی کوبنده در خرمنکوب جریان محوری ۱۴ تا ۱۵ متر بر ثانیه تعیین شده است (Araulla et al., 1976 و Gummert et al., 1990). در آزمایش‌های مقدماتی، برای احراز سرعت خطی کوبنده ۱۴ متر بر ثانیه با توجه به قطر کوبنده (۴۸۰ میلی‌متر) با تغییر دور موتور محرک، سرعت دورانی کوبنده با استفاده از دورسنج تقریباً در ۵۵۰ دور بر دقیقه تثبیت شد. برای تأمین سطوح سرعت خطی کوبنده، از فلکه‌های با قطرهای متفاوت استفاده شد.

دستگاه در فصل برداشت برنج به شهرستان رشت منتقل و آزمایش‌ها با دو رقم برنج (خزر و هاشمی)، پنج سطح سرعت خطی کوبنده (۱۰، ۱۳، ۱۶، ۱۹، و ۲۲ متر بر ثانیه)، و با دو سطح رطوبتی آغاز شد. برنج از لحاظ رطوبتی به دو صورت کوبیده می‌شود. یکی فوراً پس از درو (به صورت تر) و دیگری پس از آن خشک‌شدن آن در زیر تابش آفتاب و رسیدن رطوبت دانه به ۱۴ تا ۱۵ درصد (به صورت خشک). برای آزمایش در حالت تر، محصول فوراً پس از تنظیم ارتفاع ساقه توزین می‌شد. ولی در روش دیگر محصول یک روز در زیر تابش نور خورشید قرار داده می‌شد. طول ساقه‌های برنج در کلیه آزمایش‌ها ۷۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری درصد رطوبت دانه از دستگاه دیجیتالی موجود و برای اندازه‌گیری رطوبت ساقه از آن آزمایشگاهی در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت استفاده شد (Gummert et al., 1992). رطوبت‌سنج دیجیتالی (مدل LUTRON DT-2236) ساخت کشور تایوان، رطوبت دانه را بر مبنای وزن تر دانه (w.b.) نشان می‌داد. نتایج به

جدول ۱- ارقام مورد استفاده و سطوح رطوبتی آنها (درصد رطوبت بر پایه تر)

رقم	وضعیت رطوبت		خشک		تر
	دانه	ساقه	ساقه	دانه	
هاشمی	۱۰/۰	۲۱/۲۳	۱۸/۳	۶۵/۶۹	
خزر	۱۲/۲	۱۸/۱۹	۲۰/۴	۶۱/۱۹	

هر آزمایش در ۴ تکرار انجام شد. در این صورت به تعداد $۸۰ = (۲ \text{ رقم}) \times (۵ \text{ سطح سرعت کوبنده}) \times (۲ \text{ سطح رطوبتی}) \times (۴ \text{ تکرار})$ آزمایش و با توجه به تعداد عوامل وابسته (درصد دانه‌های آسیب‌دیده، کوبیده‌نشده و مواد کاه موجود در نمونه) $۲۴۰ = ۳ \times ۸۰$ داده به دست آمد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به هر عامل وابسته از طرح کرت‌های دوبار خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و برای مقایسه میانگین اثرهای اصلی عوامل مستقل از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج و بحث

خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثرهای اصلی و متقابل تیمارها در جدول ۲ ارائه شده است.

برای ارزیابی تأثیرات عوامل مستقل مذکور، پس از اتمام هر آزمایش دانه‌های ریخته‌شده در زیر ضد کوبنده جمع‌آوری می‌شد. پس از مخلوط کردن کامل آن و برداشت ۱۰ گرم دانه به طور تصادفی، دانه‌های آسیب‌دیده و کاه موجود در مخلوط تفکیک و میزان آنها بر حسب درصد ثبت شد. برای تعیین درصد دانه‌های کوبیده‌نشده در هر آزمایش، کل مواد تخلیه‌شده در خروجی دستگاه بار دیگر با خرمنکوب دیگر کوبیده و درصد دانه‌های کوبیده‌نشده نیز در هر آزمایش یادداشت شد. از تقسیم دانه‌های کوبیده‌نشده بر کل دانه‌های خروجی (مجموع وزن دانه‌های موجود در جعبه قرار داده‌شده در زیر ضد کوبنده به علاوه دانه‌های موجود در خوشه‌های محصول) تلفات کوبش به دست آمد. عدد به دست آمده در هر آزمایش در عدد ۱۰۰ ضرب شد و سپس در فرم مخصوص به عنوان درصد تلفات کوبش ثبت شد.

تبدیل خرمنکوب متداول برنج به یک خرمنکوب جریان ...

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش دستگاه خرمنکوب تغییر داده شده

نسبت F				
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد دانه‌های آسیب‌دیده	نسبت گاه به دانه	درصد دانه‌های کوبیده نشده (تلفات کوبش)
تیماز	۱۹	۶/۱۵**	۱۳/۷۳**	۲۵۱/۱۸**
رقم (V)	۱	۳/۷۲ns	۱/۹۰ ns	۱۰۹۴/۵۹ **
مقدار رطوبت (M)	۱	۱/۲۴ns	<۱	<۱
سرعت خطی کوبنده (N)	۴	۲۴/۲۷**	۵۵/۲۳ **	۴۵۹/۷**
اثر متقابل V×M	۱	<۱	۲۱/۸۶ **	<۱
اثر متقابل V×N	۴	۲/۳۵ns	<۱	۴۵۹/۷**
اثر متقابل M×N	۴	<۱	۳/۲۸*	<۱
اثر متقابل V×M×N	۴	<۱	<۱	<۱
خطا	-	-	-	-

* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ns نبود اختلاف معنی‌دار

متر بر ثانیه، درصد دانه‌های آسیب‌دیده به شدت افزایش می‌یابد ($p < 0.01$). در دو سطح سرعت دورانی ۱۰ و ۱۳ متر بر ثانیه، در تمام آزمایش‌ها درصد دانه‌های صدمه‌دیده صفر بوده است.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل مقدار رطوبت محصول در سرعت خطی کوبنده (شکل ۵) نشان می‌دهد که با تغییر سرعت از ۱۹ به ۲۲ متر بر ثانیه، درصد دانه‌های صدمه‌دیده به طور معنی‌دار افزایش می‌یابد و میانگین تاثیرات محصول در مقایسه با خشکی محصول بر درصد دانه‌های صدمه‌دیده کمتر است. به عبارت دیگر کاهش رطوبت باعث افزایش (غیر معنی‌دار) درصد دانه‌های صدمه‌دیده شده است. زیرا با افزایش رطوبت دانه، خاصیت الاستیسیته و انعطاف‌پذیری آن نسبت به ضربه افزایش می‌یابد. این نتیجه با گزارش (Klenin et al., 1985) مطابقت دارد که در آن سرعت

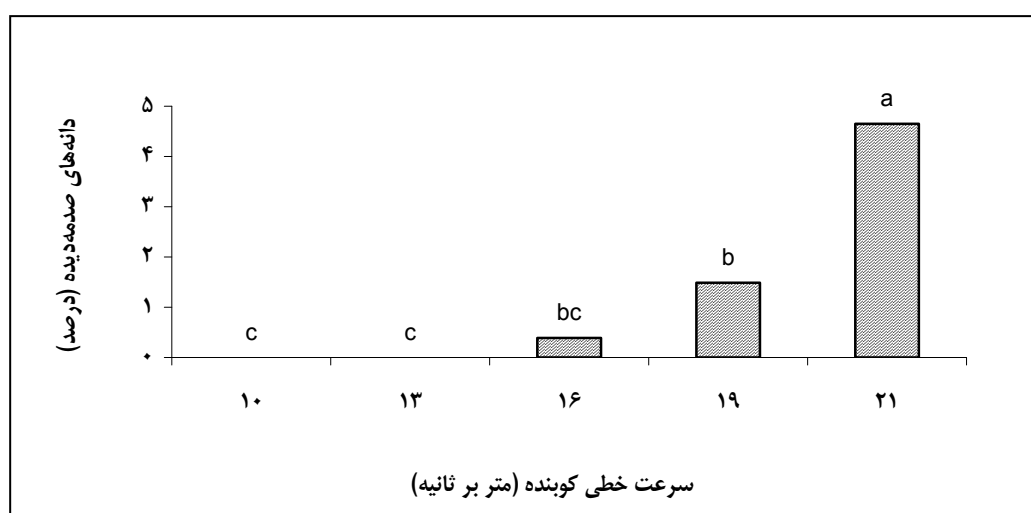
درصد دانه‌های آسیب‌دیده (پوست‌گیری شده و شکسته شده)

با توجه به نتایج جدول ۲، مشاهده می‌شود که سرعت خطی کوبنده بر درصد دانه‌های آسیب‌دیده اثر معنی‌داری داشته است ($p < 0.01$). نتایج مقایسه اثر میانگین این عامل نشان می‌دهد که با افزایش سرعت خطی کوبنده، درصد دانه‌های آسیب‌دیده نیز افزایش می‌یابد (شکل ۴). این نتیجه با نتایج تحقیقات گامرت و همکاران (Gummert et al., 1992)، خان (Khan, 1990)، و سعید و همکاران (Saeed et al., 1995) مطابقت دارد. دلیل این افزایش آن است که با افزایش سرعت خطی وارد بر دانه از طرف کوبنده، ضربه بیشتری بر دانه وارد می‌شود. با افزایش سرعت خطی کوبنده از ۱۶ به ۱۹ متر بر ثانیه، درصد دانه‌های صدمه‌دیده به طور غیر معنی‌دار افزایش می‌یابد ولی با افزایش سرعت خطی کوبنده از ۱۹ به ۲۲

رقم بر درصد دانه‌های آسیب‌دیده معنی‌دار نبوده است. نتایج مقایسه میانگین نوع رقم و سرعت دورانی در شکل ۶ نشان داده شده است. فقط در سرعت خطی ۲۲ متر بر ثانیه، اثر متقابل رقم هاشمی و رقم خزر بر درصد دانه‌های صدمه‌دیده ($p < 0.01$) اختلاف معنی‌داری داشته است. در سرعت‌های بیش از ۱۶ متر بر ثانیه، درصد دانه‌های صدمه‌دیده در رقم هاشمی بیشتر از رقم خزر بوده است. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و رطوبت در شکل ۷ ارائه شده است. آزمایش با هر دو رقم در حالت خشک نشان می‌دهد که اثر رقم بر درصد دانه‌های صدمه‌دیده معنی‌دار ($p < 0.01$) است و رقم هاشمی چه در حالت تر و چه در حالت خشک دارای درصد دانه‌های صدمه‌دیده بیشتری است و این نشان می‌دهد که رقم هاشمی (محلی)، در مقایسه با خزر، نسبت به سرعت خطی کوبنده (و در نتیجه نیروی ضربه) نسبت به ضربه حساس‌تر است.

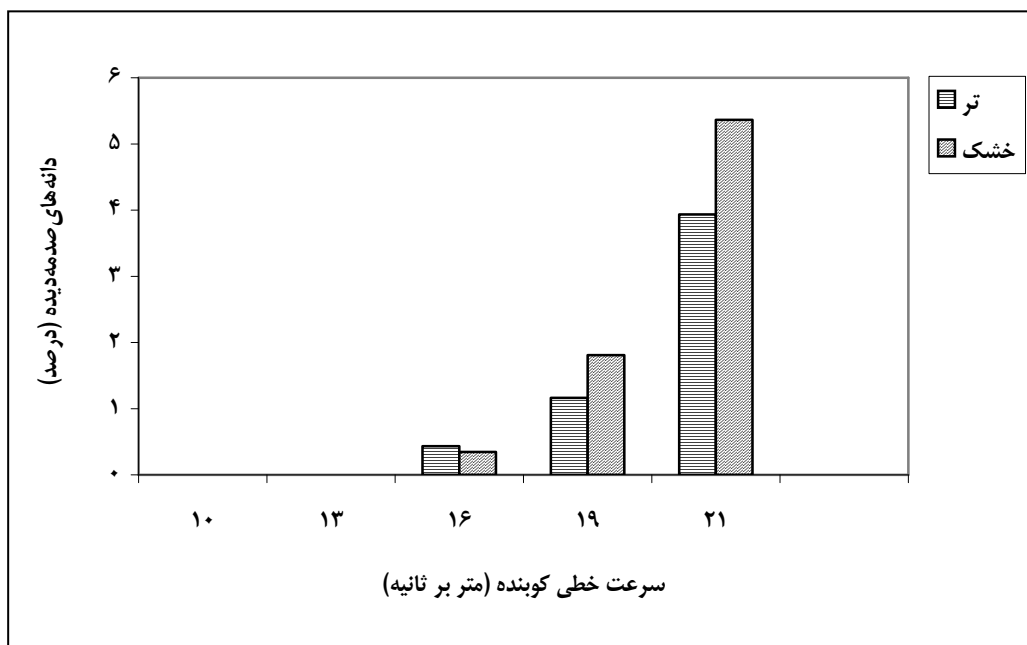
خطی مناسب کوبنده را در کوبش محصول تر نسبت به محصول خشک قدری بیشتر توصیه کرده است. به این ترتیب می‌توان برای کوبش محصول مرطوب از سرعت خطی بالاتر استفاده کرد.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در سرعت خطی کوبنده (شکل ۶) نیز نشان می‌دهد که با افزایش سرعت خطی کوبنده از ۱۹ به ۲۲ متر بر ثانیه، افزایش شدید در مقدار دانه‌های آسیب‌دیده به وجود می‌آید. در کلیه آزمایش‌های با رقم خزر، با افزایش سرعت خطی کوبنده از ۱۳ به ۲۲ متر بر ثانیه، میانگین درصد دانه‌های صدمه‌دیده افزایش می‌یابد. در آزمایش با رقم خزر، میانگین اثر سرعت خطی کوبنده ۱۰، ۱۳، و ۱۶ متر بر ثانیه غیر معنی‌دار ولی با افزایش آن از ۱۶ تا ۲۲ متر بر ثانیه، درصد دانه‌های صدمه‌دیده به طور معنی‌داری افزایش یافته است ($p < 0.01$). در حالت کلی میانگین درصد صدمه‌دیدگی رقم هاشمی بیشتر از رقم خزر بوده است ولی اختلاف اثر

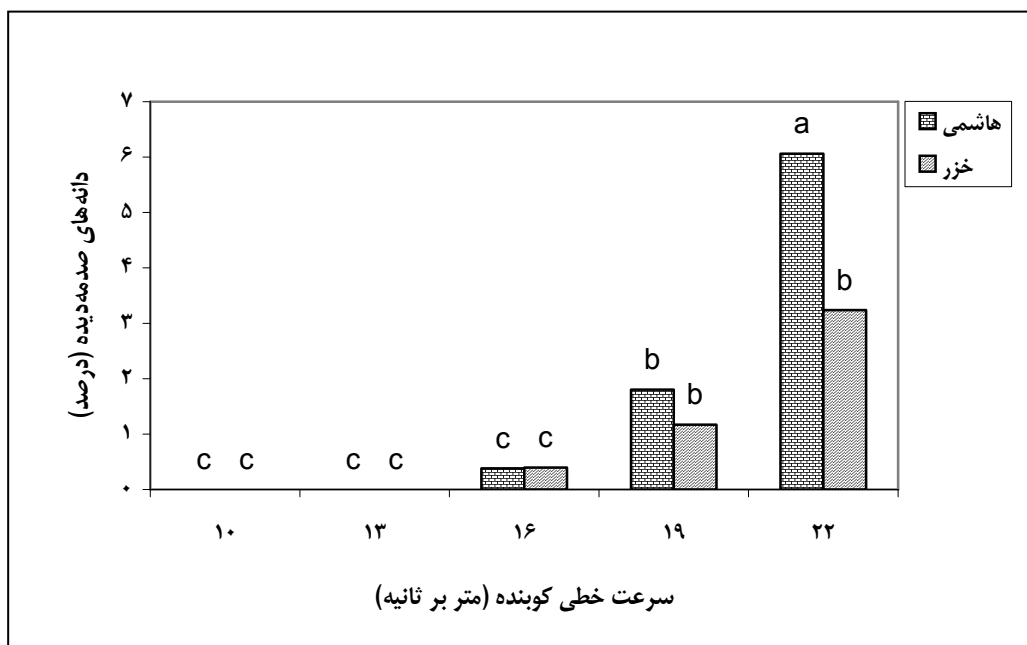


شکل ۴- تاثیر سرعت خطی کوبنده بر درصد دانه‌های صدمه‌دیده

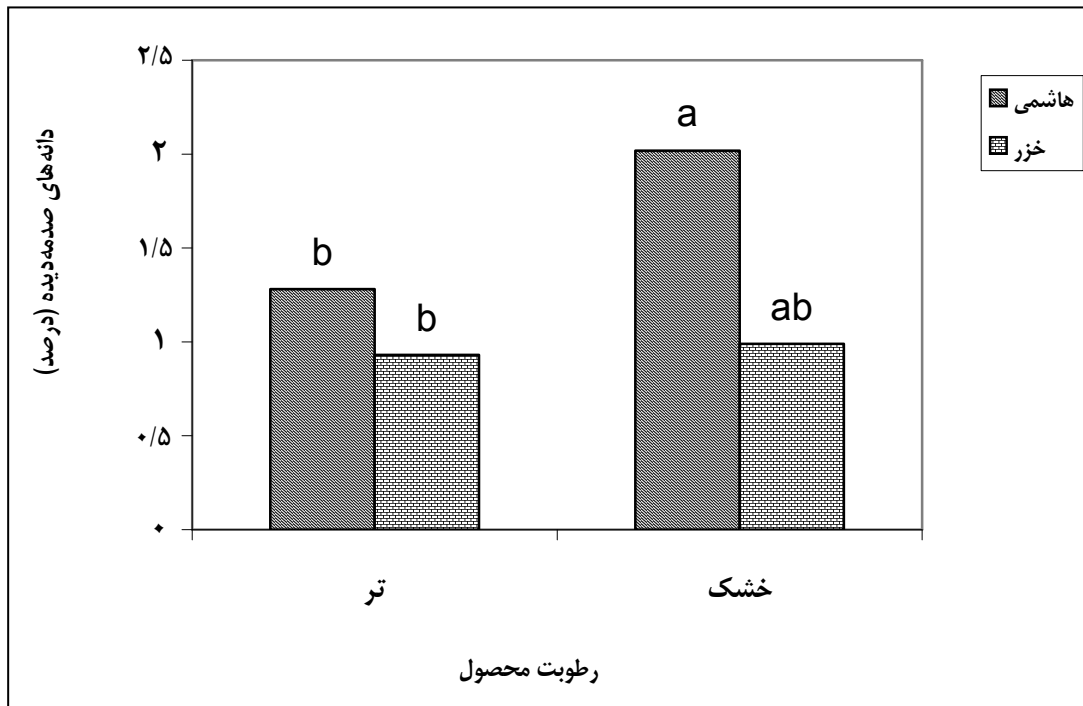
تبدیل خرمنکوب متداول برنج به یک خرمنکوب جریان ...



شکل ۵- اثر متقابل مقدار رطوبت محصول در سرعت خطی کوبنده



شکل ۶- اثر متقابل رقم در سرعت خطی کوبنده



شکل ۷- اثر متقابل رقم در مقدار رطوبت محصول

تلفات کوبش (درصد دانه‌های کوبیده‌نشده)

بررسی نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوطه به تلفات کوبش (جدول ۲)، نشان می‌دهد که اثر اصلی شامل رقم و سرعت خطی کوبنده و نیز اثر متقابل این دو عامل بر درصد تلفات کوبش دستگاه ($p < 0.01$) خیلی معنی‌دار است. ولی اثر رطوبت و سایر تاثیرات متقابل بر تلفات معنی‌دار نیست.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل سرعت خطی کوبنده و رقم بر عامل مذکور نشان می‌دهد که در رقم هاشمی (در حالت تر و خشک) با افزایش سرعت

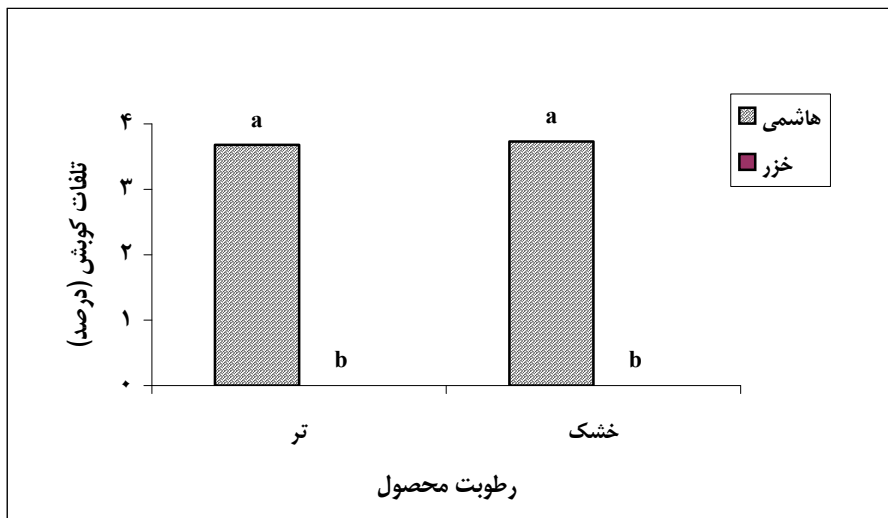
خطی کوبنده از ۱۰ به ۱۶ متر بر ثانیه، درصد تلفات کوبش کاهش می‌یابد و در سرعت دورانی ۱۶ متر بر ثانیه به صفر می‌رسد. در دو سطح دیگر از سرعت خطی کوبنده (۱۹ و ۲۲ متر بر ثانیه)، درصد تلفات کوبش صفر بوده است. از این رو برای کوبش صد در صد دانه‌ها در رقم هاشمی، حداقل سرعت خطی کوبنده ۱۶ متر بر ثانیه در نظر گرفته شده است. در تمام آزمایش‌های با رقم خزر، درصد تلفات کوبش معادل صفر بود و می‌توان نتیجه گرفت که تمایل به ریزش دانه خزر خیلی بیشتر از رقم هاشمی است (جدول ۳).

تبدیل خرمنکوب متداول برنج به یک خرمنکوب جریان ...

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سرعت خطی کوبنده در رقم بر درصد تلفات کوبش

اختلاف	میانگین اثر سرعت خطی کوبنده (درصد)	رقم		سرعت خطی کوبنده (متر بر ثانیه)
		خزر	هاشمی	
۱۱/۷۴۸**	۵/۸۷۴	۰/۰۰۰ a	۱۱/۷۴۸a	۱۰
۶/۷۷۸**	۳/۳۸۹	۰/۰۰۰ a	۶/۷۷۸b	۱۳
۰/۰۰۰ ns	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰ a	۰/۰۰۰ c	۱۶
۰/۰۰۰ ns	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰ a	۰/۰۰۰ c	۱۹
۰/۰۰۰ ns	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰ a	۰/۰۰۰ c	۲۲
۳/۷۰۵	۱/۸۵۳	۰/۰۰۰	۳/۷۰۵	میانگین اثر رقم (درصد)

** اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، ns نبود اختلاف معنی دار



شکل ۸- اثر متقابل رقم در مقدار رطوبت محصول در تلفات کوبش در دو رقم هاشمی و خزر

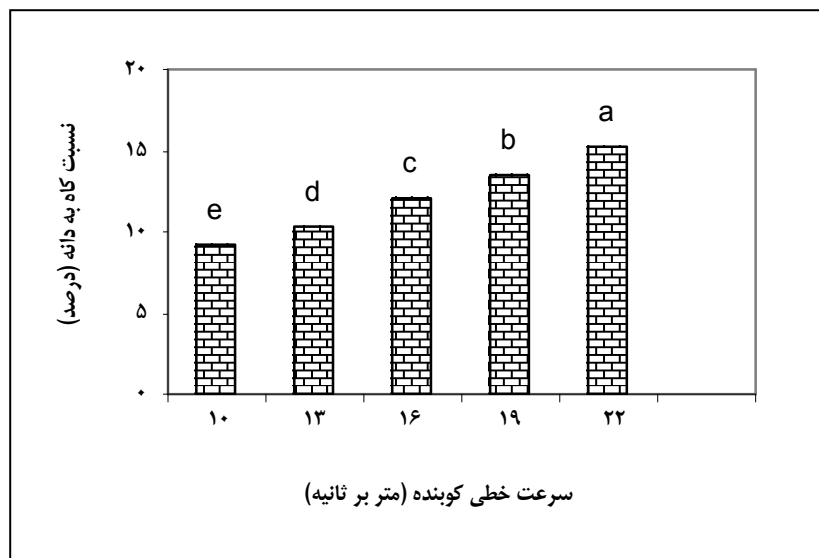
رقم در رطوبت، نیز نشان می‌دهد که در هر دو حالت تر و خشک در میانگین درصد تلفات کوبش اختلاف معنی‌داری ($p < 0.01$) با تغییر رقم از هاشمی به خزر به وجود آمده و مقدار آن به شدت کاهش یافته است (شکل ۸).

در تغییر سرعت خطی کوبنده از ۱۰ به ۱۳ متر بر ثانیه، اختلاف معنی‌داری در درصد تلفات کوبش در آزمایش با هاشمی وجود داشته به طوری که میانگین آن از ۱۱/۷۴۸ به ۶/۷۷۶ درصد کاهش یافته است. همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل

نسبت کاه به دانه

کوبنده بر این عامل معنی‌دار است ($p < 0.05$). با افزایش سرعت خطی کوبنده، درصد کاه موجود در مخلوط به طور معنی‌دار افزایش می‌یابد (شکل ۹). به طور کلی می‌توان گفت که تغییر رطوبت محصول، اثر معنی‌داری بر نسبت کاه به دانه ندارد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مربوط به این عامل در جدول ۲ نشان می‌دهد که اثر تیمار و سرعت خطی کوبنده، اثر متقابل رقم در رطوبت بر عامل وابسته مذکور بسیار معنی‌دار و اثر متقابل رطوبت در سرعت خطی

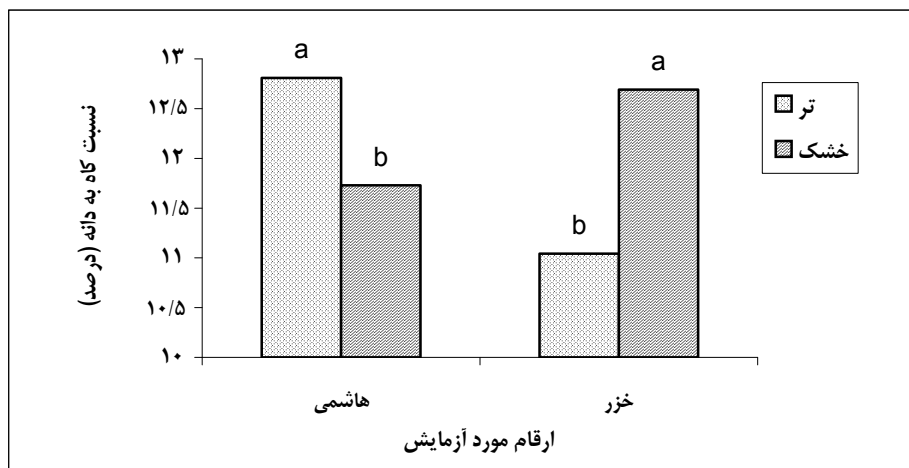


شکل ۹- تغییرات نسبت کاه به دانه بر حسب سرعت خطی کوبنده

افزایش یافته است. در نسبت کاه به دانه در حالت تر، با تغییر رقم از هاشمی به خزر، اختلاف خیلی معنی‌دار ($p < 0.01$) ایجاد شده و میانگین آن از ۱۲/۸۰۸ به ۱۱/۰۴۲ درصد کاهش یافته است. در آزمایش با ارقام در حالت خشک، با تغییر محصول از رقم هاشمی به رقم خزر، اختلاف اثر معنی‌دار ($p < 0.05$) می‌شود و میانگین نسبت کاه به دانه از ۱۱/۷۲۹ به ۱۲/۶۹۱ درصد افزایش می‌یابد.

مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در رطوبت (شکل ۱۰) نشان می‌دهد که در رقم هاشمی با کاهش رطوبت، اختلاف معنی‌داری ($p < 0.05$) در مقدار میانگین نسبت کاه به دانه ایجاد شده و از ۱۲/۸۰۸ به ۱۱/۷۲۹ درصد کاهش یافته است. در رقم خزر نیز با کاهش رطوبت، اختلاف خیلی معنی‌داری ($p < 0.01$) بر عامل وابسته مذکور ایجاد شده ولی میانگین نسبت کاه به دانه از ۱۱/۰۴۲ به ۱۲/۶۹۱ درصد

تبدیل خرمنکوب متداول برنج به یک خرمنکوب جریان ...



شکل ۱۰- اثر متقابل رقم در میزان رطوبت محصول در میانگین نسبت کاه به دانه

می‌دارد، از لحاظ سهولت کاری و نیروی مورد نیاز و ایمنی کاربر برتری دارد.

- در محدوده سرعت خطی کوبنده از ۱۰ تا ۲۲ متر بر ثانیه، میانگین درصد تلفات کوبش در رقم هاشمی قابل توجه (۳/۷۰۵ درصد) و در رقم خزر قابل چشمپوشی است.

- در تمام آزمایش‌ها با خرمنکوب تغییر داده‌شده، در سرعت خطی ۱۶ متر بر ثانیه و بیشتر از آن درصد تلفات کوبش صفر بوده است.

- خشکی یا تری محصول در مورد دو رقم آزمایش‌شده (خزر و هاشمی) تاثیر معنی‌داری ($p < 0.05$) بر درصد تلفات داشته است.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در سرعت خطی کوبنده نشان می‌دهد که اختلاف میانگین اثر دو سطح سرعت خطی کوبنده (۱۰ و ۱۳ متر بر ثانیه) غیر معنی‌دار و در بقیه حالات معنی‌دار است. این نتیجه با نتایج تحقیقات گامرت و همکاران (Gummert et al., 1992) کاملاً مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

- در خرمنکوب تغییر داده‌شده، محصول به طور کامل به داخل واحد کوبش انداخته می‌شود، و از این رو این خرمنکوب نسبت به خرمنکوب با طرح اولیه (T30) که در آن کاربر ساقه‌ها را از انتهای قسمت دروشده نگه

- اثر رقم بر درصد دانه‌های صدمه‌دیده (در خزر و هاشمی به ترتیب با میانگین ۳/۲۴ و ۶/۰۲۶ درصد) معنی‌دار نبوده و سرعت خطی کوبنده اثر بسیار معنی‌داری ($p < 0.01$) بر عامل مذکور داشته است.
- در سرعت خطی کوبنده، معادل ۱۶ متر بر ثانیه، صدمه‌دیدگی دانه‌ها با میانگین خیلی کم (۰/۳۸۸) در صد (درصد) شروع می‌شود و با افزایش آن تا ۲۲ متر بر ثانیه، به طور معنی‌دار افزایش می‌یابد.
- مناسب‌ترین سرعت کوبنده در آزمایش‌ها، ۱۶ متر بر ثانیه است. زیرا میانگین تلفات کوبش در این سرعت معادل صفر و درصد دانه‌های صدمه‌دیده نیز ناچیز است.

مراجع

- Araullo, E. V. De Pada, B. and Graham, M. 1976. Rice Post-Harvesting Technology. International Development Research Center. Ottawa.
- Askari Asli-Ardeh, E. 1997. Introduction of axial flow threshing method and comparison with common method in country. Scientific and Agro - Economical Magazine. 32(4): 46-50. (in Farsi)
- Datt, P. and Annamalia, S. J. K. 1991. Design and development of straight through peg tooth type thresher for paddy. AMA. 22(4): 47-50.
- Ezaki, H. 1963. Threshing performance of Japanese-type combine. Japan Agric. Res. Quarterly. 7(1): 22-29.
- Gummert, M., Muhlbure, W., Wacker and Quick, G. R. 1990. Performance evaluation of IRRI axial-flow paddy thresher. AMA. 22(4): 47-50.
- Harisson, H. B. 1991. Rotor power and losses of an axial-flow combine. Trans. ASAE. 34(1): 60-64.
- Khan, A. U. 1990. Dual-mode all-crop thresher for egyption conditions. AMA. 21(4): 11-14.
- King, D. L. and Riddolls, A. W. 1962. Damage to wheat seed and pea seed in threshing . J. Agric. Eng. Res.7(2): 9.
- Klenin, N. I., Popov, I. F. and Sakun, V. A. 1985. Agricultural Machines. American Pub. Co. Pvt. Ltd., New Delhi.
- Mitchell, F. S. and Rounthwaite, T. E. 1946. Resistance of two varieties of wheat to mechanical damage by impact. J. Eng. Res. 9(4): 303.

تبدیل خرمنکوب متداول برنج به یک خرمنکوب جریان ...

Saeed, M. A., Khan, A. S. Rizvi, H. A. and Tanveer, T. 1995. Testing and evaluation of hold - on paddy thresher. AMA. 26(2): 47- 51.

Suzuki, M. 1980. Performance of rice combine harvester by the national test in Japan. Japan Agric. Res. Quarterly. 14(1): 20-23.



Conversion of Rice Common Thresher to an Axial - Flow Thresher and its Performance Evaluation

E. Askari Asli-Ardeh^{*}, M. R. Alizadeh and S. Sabouri

^{*}Corresponding Author: Academic Member, Mohaghegh Ardabili University, P. O. Box: 179, Ardebil, Iran. E-mail: ezzataskari@yahoo.co.uk

There are different methods used for threshing of grain crops. Usual threshers operate based on the impact force (in threshing unit) that may damage the grains. In another method named axial-flow, grain damage is less so these types of the harvesting machines are being used more than before. In this study one of the common rice threshers (model T30) locally made in Ashtad Company was modified to an axial flow thresher. For converting the cross flow unit to an axial flow, the cover of T30 thresher was replaced by IIRI axial flow thresher cover design. The thresher feature has also been changed. Then the machine was tested and evaluated on two rice varieties. The numbers of treatments were twenty and each experiment was carried out in four replications. Independent factors were grain moisture contents (two levels), varieties (*Khazar* and *Hashemi*) and drum speeds (five levels). Depended factors were the percentage of damaged grain, unthreshed grain and straw/grain ratio. The trials carried out in split plot based on Randomized Completely Block Design (RCBD) and Duncan's Multiple Range Test (DMRT) was used for mean comparison of samples. The results revealed that drum speeds had significant effect ($P < 0.01$) on percentage of damaged grain. The varieties had no significant effect on threshing loss. Its value was zero for *Khazar* but remarkable for *Hashemi*. The moisture contents had no significant effect on depended variables in all experiments.

Key words: Damaged Grains Percent, Rice, Straw / Grain Ratio, Thresher, Threshing Losses