آزمون و ارزیابی یک واحد کوبش تک بوته برنج (۵۷۳)

عزتا... عسکری اصلی ارده[۱] ، سعید عباسی[۲] ، محمدرضا یزاده[۳]

چکیده

برنج یکی از مهمترین محصولات کشاورزی در جهان است که ر ایران نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. عملکرد محصول عاملی است که در اکثر تحقیقات مربوط به برنج، به عنوان عامل وابسته در نظر گرفته می‌شود. به طور کلی همیشه برای تعیین عملکرد، مقادیر محدودی از محصول اختیار و کوبیده می‌شود. وسیله‌ای که برای کوبش بدین منظور استفاده می‌شود، باید دارای ظرفیت کوبش کم (تک بوته) باشد. یک نمونه از این وسیله که برای مقاصد آزمایشگاهی به کار می‌رود، مورد ارزیابی قرار گرفت. در این تحقیق تلفات (دانه‌های کوبیده نشده) و ضایعات (دانه‌های صدمه دیده) و نیز توان مصرفی (به عنوان عوامل وابسته) برای ارقام متداول برنج منطقه گیلان، در آزمایشی بصورت کرتهای دوبار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با فاکتور اصلی رقم در سه سطح، رطوبت محصول در دو سطح به عنوان فاکتور فرعی و سرعت خطی کوبنده در چهار سطح به عنوان فاکتور فرعی (جمعاً ۲۴ تیمار) و در سه تکرار مورد اندازه‌گیری و سپس میانگین مشاهدات از نظر آماری مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر عامل اصلی رقم بر روی ضایعات و توان مصرفی در سطح (۱٪)، معنی‌دار بوده است. اثر عامل فرعی رطوبت روی تلفات و توان مصرفی در سطح (۱٪) معنی‌دار است. اثر سرعت خطی کوبنده روی تلفات، درصد دانه‌های صدمه دیده و توان مصرفی در سطح (۱٪) معنی‌دار است.

کلیدواژه: خرمنکوب، برنج، تلفات، درصد دانه‌های صدمه دیده، توان مصرفی

[۱]– عضو هیات علمی گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی، پست الکترونیک: ezzataskari@yahoo.co.uk
[۲]– دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه محقق اردبیلی
[۳]– عضو هیات علمی موسسه تحقیقات برنج کشور

مقدمه

برنج به عنوان یکی از مهمترین محصولات کشاورزی در جهان کشت و مصرف می‌گردد که در ایران نیز از اهمیت زیادی برخوردار است و در جنبه‌های مختلف آن (بهزراعی، بهنژادی، دفع آفات و مبارزه با علف‌های هرز، مسائل مربوط به خاکشناسی و مکانیزاسیون) در موسسات بین‌المللی برنج و نیز در موسسه تحقیقات برنج در ایران بررسی‌ها و تحقیقات بسیاری انجام می‌شود. عملکرد محصول عاملی است که در اکثر تحقیقات مربوط به برنج، به عنوان عامل وابسته در نظر گرفته می‌شود. مثلاً در بررسی روش‌های مختلف خاک‌ورزی، عامل عملکرد محصول از اهمیت خاصی برخوردار است. معمولاً برای دستیابی به عملکرد، در ازای هر کرت، چند نمونه شالی از هر کرت در حدود ۵-۳ کیلوگرم برداشت می‌شود. یا در تحقیقات خاک‌شناسی، در بررسی اثر سطوح مختلف کود، عامل قابل ارزیابی عملکرد محصول می‌باشد و ر این مورد نیز، مقادیر محصول از کرت‌ها به طور تصادفی اختیار و عملکرد تعیین می‌شود. به طور کلی همیشه برای تعیین عملکرد، مقادیر محدودی از محصول اختیار و کوبیده می‌شود. وسیله‌ای که برای کوبش بدین منظور استفاده می‌شود، باید دارای ظرفیت کوبش کم(تک بوته) باشد. یک نمونه از این وسیله که برای مقصد آزمایشگاهی به کار می‌رود، واحد کوبش تک بوته برنج می‌باشد که در این تحقیق مورد آزمون و ارزیابی قرار گرفت.

عوامل ارزیابی مورد بررسی در این تحقیق تلفات کوبش، درصد دانه‌های صدمه دیده و توان مصرفی می‌باشند. همچنین عوامل مستقل در ارزیابی این خرمنکوب سرعت خطی کوبنده، نوع و شرایط محصول (رقم و محتوای رطوبتی) می‌باشد.

با انجام این تحقیق، اطلاعات لازم در خصوص طراحی و تنظیم واحد کوبش مذکور بدست می‌آید. همچنین مقدمات لازم جهت طراحی واحد کوبش جدید و یا بهبود خرمنکوب‌های مشابه فراهم می‌شود.

عسکری و همکاران(۱۳۸۶) در تحقیقی به ارزیابی یک خرمنکوب جریان محوری پرداختند. نتایج آزمایش‌های آن‌ها نشان داد که سرعت خطی کوبنده بر درصد دانه‌های صدمه دیده و تلفات کوبش اثر معنی اری(در سطح احتمال ۱ رصد) دارد و اثر رقم بر تلفات کوبش بسیار معنی ار(سطح احتمال ۱ رصد) است[۱].

کلنین و همکاران[1] (۱۹۸۵) سرعت خطی کوبنده را در مورد غلات دارای ۱۲ تا ۱۷ درصد رطوبت را بررسی کردند 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[۲].

دات و آنامالی[2] (۱۹۹۱) در طراحی و ساخت خرمنکوب با کوبنده دندانه میخی، سرعت خطی کوبنده را **m/s** ۱۷ در نظر گرفته‌اند. نتایج آزمایش دستگاه بر روی محصول برنج با درصد رطوبت ۱۶ الی **w.b.** ۲۵٪ و با میزان تغذیه ۱/۸ الی **ton/h** ۳، نشان دادند که درصد دانه‌های کوبیده نشده از۰/۰۲٪ تا ۰/۰۷٪ متغیر بوده و دانه‌های صدمه دیده تحت این شرایط وجود نداشته است[۳].

هاریسون[3] (۱۹۹۱) مطالعه‌ای را بر روی تلفات کمباین جریان محوری در آزمایش بر روی محصول جو انجام داده است. ایشان گزارش کردند که رطوبت محصول، میزان تغذیه و سرعت دورانی کوبنده بر روی تلفات این محصول اثر معنی‌داری داشته و در رطوبت با سطوح ۱۰، ۱۴ و ۱۸٪ تلفات به ترتیب ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۸٪ بوده است[۴].

گامرت و همکاران[4] (۱۹۹۲) در بررسی عملکرد خرمنکوب جریان محوری (**TH11**) به این نتیجه رسیدند که در تغییر سرعت دورانی کوبنده از ۴۰۰ تا **rpm** ۱۲۰۰ ، مقدار دانه‌های صدمه دیده در سرعت‌های بیش از **rpm** ۸۵۰ ، به شدت افزایش می‌یابد[۵].

سوداجان و همکاران[5] (۲۰۰۲) پس از بررسی اثر نوع کوبنده، سرعت آن و نرخ تغذیه روی کوبش گل آفتابگردان گزارش دادند که با افزایش سرعت کوبنده و نرخ تغذیه در هر نوع کوبنده، ضایعات کوبش افزایش می یابد[۶].

آجاف و آدجوموا[6] (۲۰۰۵) اثرات محتوای رطوبتی، سرعت خطی کوبنده و نرخ تغذیه را بر روی یک خرمنکوب بررسی کردند و نتایج آزمایش مشخص کرد که حداکثر بازده کوبش ۹۷٪ و بازده پاک‌کنندگی ۹۷/۷٪ می‌باشد. همچنین حداقل تلفات دانه ۳/۳٪ و حداکثر جوانه‌زنی ۸۵٪ بدست آمد[۷].

---

1. Klenin *et al*., 1985
2. Datt and Annamalai , 1991
3. Harrison 1991
4. Gummert *et al*.,1992
5. Sudajan *et al*.,2002
6. Ajav and Adejumo

کوشواها و همکاران[1] (۲۰۰۵) به بررسی اثر سرعت خطی کوبنده، مقدار رطوبت محصول بامیه و سیلندر جدا کننده در یک نرخ تغذیه ثابت، بر روی کارکرد ماشین و کیفیت دانه پرداختند. بازده جداسازی ۹۹/۳٪ و بازده پاک‌کنندگی در محدوده ۹۷/۹ تا ۹۹/۶٪ بدست آمد[۸].

از بررسی این منابع، می‌توان نتیجه گرفت که عامل سرعت خطی کوبنده، رطوبت و رقم محصول در طراحی و تنظیم ماشین-های برداشت و خرمنکوب‌ها از اهمیت خاصی برخو ار می‌باشد و تحقیقات در شرایط مختلف محصول و سرعت خطی کوبنده انجام شده و نتایج متفاوتی نیز بدست آمده است. از این رو انجام تحقیقات در این خصوص بر روی یک وسیله کوبش آزمایشگاهی و استفاده از نتایج آن در اصلاح دستگاه به منظور تولید و توسعه آن در کشور، اهمیت و ضرورت پیدا می‌کند.

مواد و روشها :

مواد و تجهیزات لازم برای انجام این تحقیق عبارت بودند از : خرمنکوب تک بوته برنج، وات متر، دور سنج دیجیتالی، الکتروموتور، تسمه و پولی، محصول برنج، ترازوی دیجیتالی و آون آزمایشگاهی. ارقام برنج مورد استفاده خزر ، هاشمی و هیبرید با دو سطح رطوبتی تر و خشک بودند. آزمایش بر روی یک خرمنکوب آزمایشگاهی ساخت مریکا[2] انجام شد. این دستگاه شامل قسمت‌های مختلفی از جمله سینی تغذیه، کوبنده، پولی محرک کوبنده، پولی پنکه باد، جعبه جمع‌آوری دانه و الکتروموتور می-باشد(شکل۱). کوبنده این خرمنکوب به قطر ۳۰ سانتی‌متر، طول ۹۰ سانتی‌متر، فاصله کوبنده از ضدکوبنده یک سانتی‌متر و کوبنده از نوع دندانه میخی می‌باشد. برای اندازه گیری بازده کوبش ، توان مصرفی و درصد دانه های صدمه دیده خرمنکوب آزمایشگاهی مورد مطالعه، نمونه‌ها از ارقام متداول در منطقه استان گیلان و کشت شده در مزرعه آزمایشی موسسه تحقیقات برنج بطور روزانه از ساعت ۹–۱۱ صبح، از تاریخ ۱۵ تا ۳۰ شهریور تهیه و جهت اندازه‌گیری رطوبت آنها و آماده کردن برای انجام آزمایشات به آزمایشگاه منتقل شد. برای اندازه‌گیری رطوبت دانه‌ها و ساقه‌ها، از آون آزمایشگاهی استفاده شد. بدین صورت که نمونه‌ها به طور تصادفی از میان محصول آماده شده برای اندازه‌گیری رطوبت جدا شده و سه نمونه تهیه گردید و سپس توسط آون خشک شده و رطوبت دانه و ساقه اندازه‌گیری و میانگین آنها به عنوان رطوبت دانه و ساقه در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری رطوبت نمونه‌ها در سه تکرار از سرتاسر خوشه به مقدار ۱۰ گرم (در نمونه های تر و خشک) وزن شده و به مدت ۲۴ ساعت در مای $105^{\circ}\mathbf{c}$ در آون قرار داده شدند. پس از خشک شدن نمونه‌ها دوباره وزن می‌شدند و درصد رطوبت آنها بر پایه تر محاسبه گردید(جدول ۱). رطوبت دانه نمونه‌های تر از ۱۷ تا ۲۷٪ و نمونه‌های خشک از ۱۳ تا ۱۵٪ متغیر بود. محصول پس از برداشت دستی از مزرعه به آزمایشگاه منتقل، و سپس تمیز شد تا نمونه‌ها عاری از علف‌های هرز مورد آزمایش قرار بگیرد. سپس محصول را در طول های ۹۰ سانتیمتر بریده و در دسته‌هایی با وزن‌های یکسان تقسیم‌بندی شد. هریک از ارقام به دسته‌هایی به وزن **gr** ۸۰۰ تقسیم شدند تا با توجه به نرخ تغذیه ثابت **gr/s** ۲۰۰ که برای انجام آزمایش‌ها در نظر گرفته شده بود، مدت زمان هر آزمایش ۴ ثانیه شد. آزمایشات نمونه-های تر همان روز انجام شده و به منظور تهیه نمونه‌های شالی خشک، نمونه‌ها پس از برداشت در معرض تابش نور خورشید قرار گرفته تا رطوبت آن‌ها به رطوبت نگهداری ۱۱ الی ۱۴٪ درصد برسد.

[1]. Kushwaha *et al*.,
[2]. Almaco SPT-SIX

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

رطوبت / رقم	دانه		ساقه	
	تر	خشک	تر	خشک
خزر	۲۷/۵	۱۴/۹	۸۰/۹	۲۳/۷۳
هاشمی	۱۶/۹	۱۳/۷	۷۳/۸	۱۵/۶
هیبرید	۲۶/۷	۱۳/۲	۷۲/۸	۱۴/۸

شکل ۱ خرمنکوب تک بوته مورد آزمایش

با توجه به تعداد ارقام مورد آزمایش(۳ رقم)، تعداد تکرار هر آزمایش(۳)، سطوح رطوبتی(۲ سطح) و سطوح سرعت کوبنده(۴ سطح)، تعداد کل آزمایش ها نمونه ها ۷۲ عدد به دست می‌آید. سطوح سرعت کوبنده عبارتند از (۸، ۱۱، ۱۴ و **m/s** ۱۷) که با تغییر پولی محور کوبنده و یا پولی الکتروموتور به دست می‌آمد. درصد دانه‌های کوبیده نشده(تلفات کوبش) و صدمه دیده (ضایعات کوبش) و توان مورد نیاز دستگاه بعنوان عامل وابسته تلقی شد. عوامل مستقل مورد بررسی عبارت بودند از سرعت خطی کوبنده(در۵ سطح)، رقم(در۳ سطح) و رطوبت(در۲ سطح). عوامل موثر بر بازده کوبش شامل سرعت کوبنده، رطوبت محصول و رقم محصول می‌شد. پس از انجام هر آزمایش دانه های باقیمانده بر روی ساقه ها جدا و سپس وزن می شدند. نسبت درصد وزنی این مقدار دانه به مجموع وزن دانه ورودی به دستگاه به عنوان تلفات کوبش در نظر گرفته می شد. برای اندازه‌گیری میزان ضایعات، پنج نمونه ۱۰ گرمی از میان دانه های کوبیده شده تهیه و سپس دانه های آسیب دیده جدا و وزن می‌شد. درصد وزنی دانه های آسیب دیده محاسبه و میانگین این سه نمونه به عنوان درصد دانه های صدمه دیده در هر آزمایش تلقی و مورد استفاده قرار می گرفت. برای اندازه‌گیری وزن نمونه‌ها و بدست آوردن درصد دانه‌های صدمه دیده و تلفات از ترازوی دیجیتالی با دقت **gr** ۰/۰۰۱ استفاده شد. داده‌های بدست آمده از اندازه‌گیری عوامل وابسته در آزمایشی بصورت کرتهای دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با فاکتور اصلی رقم در سه سطح، رطوبت محصول در دو سطح بعنوان فاکتور فرعی و سرعت خطی کوبنده در چهار سطح بعنوان فاکتور فرعی‌ف عی(جمعاً ۲۴ تیمار) و در سه تکرار مورد اندازه‌گیری و سپس میانگین مشاهدات از نظر آماری با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح احتمال ۵٪) مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس اعداد بدست آمده از آزمایش، اثرات عوامل اصلی و فرعی و نیز اثرات متقابل دوتایی و سه تایی بین عوامل در جداول شماره(۲) ارائه شده است.

توان مصرفی

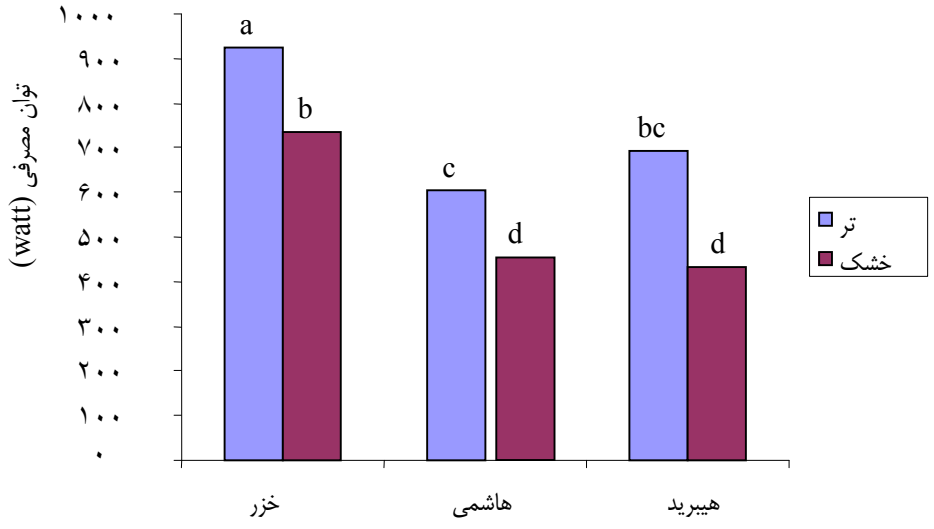
نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به این عامل نشان می‌دهد که رقم، رطوبت و سرعت خطی کوبنده تاثیر معنی‌داری(در سطح احتمال ۱ درصد) روی توان مصرفی دارند. اثرات متقابل سرعت خطی کوبنده در رقم و رطوبت خیلی معنی ار(سطح احتمال ۱ درصد) است و سایر اثرات دوتایی و سه‌تایی روی توان مصرفی معنی‌دار نیست. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل رطوبت در رقم (شکل ۲) نشان می‌دهد که در ارقام مختلف میانگین توان مصرفی در دو سطح رطوبتی خشک و تر دارای اختلاف معنی‌داری هستند(سطح احتمال ۵ درصد). مقاسه اثرات اصلی عوامل مستقل نشان می‌دهد که میانگین توان مصرفی بین دو رقم هاشمی و هیبرید اختلاف معنی‌داری ندارند. سرعت خطی کوبنده تاثیر خیلی معنی‌داری روی توان مصرفی خرمنکوب دارد به طوری که با افزایش سرعت خطی کوبنده توان مصرفی هم افزایش می‌یابد و بیشترین توان مصرفی در سرعت **m/s** ۱۷ و کمترین توان مصرفی در سرعت **m/s** ۸ بدست آمد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش واحد کوبش

منابع تغییر(SV)	درجه آزادی (DF)	نسبت F		
		توان مصرفی	درصد دانه‌های صدمه دیده	درصد تلفات
تکرار (R)	۲	<۱	۱<	<۱
رقم (V)	۲	۱۷۵/۴۵**	۴۲۵/۴۷**	۲/۶۹ ns
خطا (a)	۴			
رطوبت (M)	۱	۵۲/۳۲**	۲/۹۵ ns	۲۶/۷۷**
اثرات متقابل (M×V)	۲	۱/۳۴ ns	۲/۸۰ ns	۲۲/۳۹**
خطا (b)	۶			
سرعت کوبنده (S)	۳	۲۱۴/۴۷**	۱۲۴/۲**	۱۰۲/۸۹**
اثرات متقابل (V×S)	۶	۲۳/۹۶**	۴/۶۸**	۴/۲۵**
اثرات متقابل (M×S)	۳	۱۲/۲۳**	۲/۰۳ ns	۱۰/۲۱**
اثرات متقابل (V×M×S)	۶	۱/۶۱ ns	۳/۲۴*	۶/۲۳**
خطا (c)	۳۶			
جمع	۷۱			

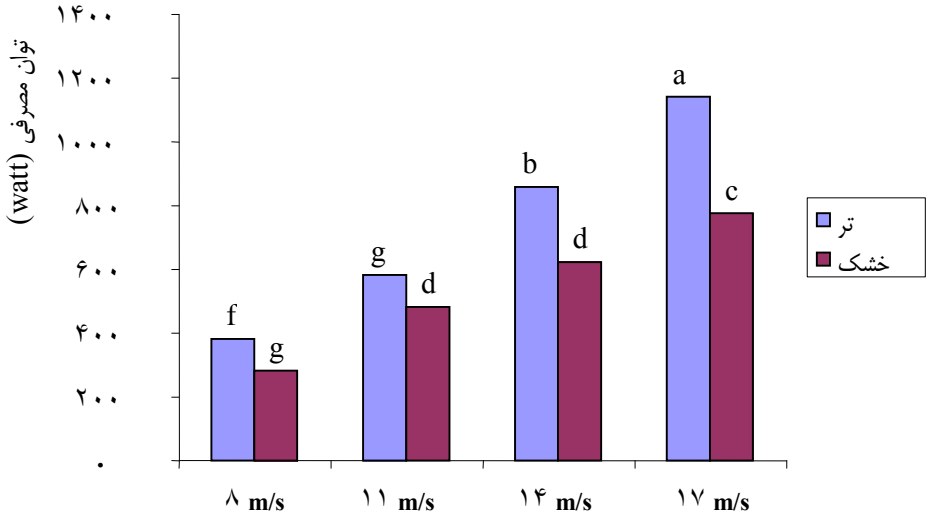
*در سطح ۵٪ معنی‌دار **در سطح ۱٪ معنی‌دار ns معنی‌دار نیست

همچنین اختلاف میانگین توان مصرفی در حالت تر بین رقم خزر و هاشمی خیلی معنی‌دار(سطح احتمال ۵ درصد) است و اختلاف بین اثرات رقم هاشمی و رقم هیبرید معنی‌دار نیست. در حالت خشک بین اثرات رقم خزر با ارقام هیبرید و هاشمی اختلاف معنی-داری (سطح احتمال ۵ درصد) وجود دارد اما بین رقم هاشمی و رقم هیبرید اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.



شکل ۲- اثر متقابل رطوبت دانه شلتوک در رقم برنج بر روی توان مصرفی

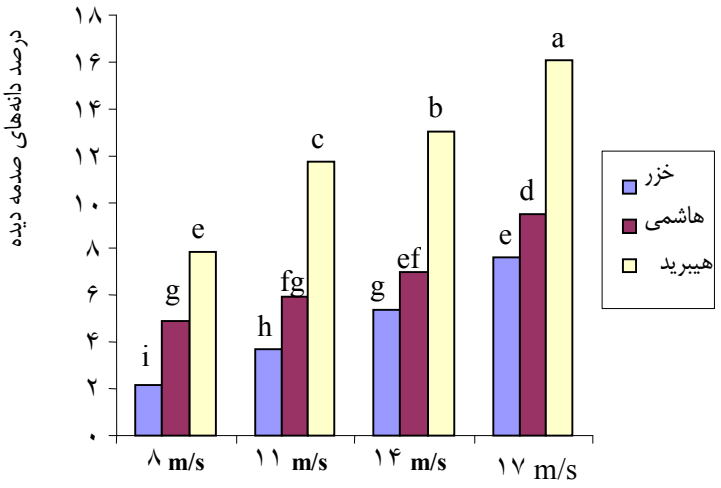
مقایسه میانگین توان مصرفی کوبش در ارقام مختلف نشان می‌دهد که بطور کلی بیشترین توان مصرفی در رقم خزر اتفاق افتاده است. توان مصرفی در دو حالت تر و خشک اختلاف معنی‌داری دارند بطوری که مصرف توان در حالت تر بیشتر است که می‌تواند به دلیل اصطکاک بیشتر بین محصول و اجزای کوبنده در حالت تر یا در اثر اختلاف نیروی پیوستگی بین دانه و خوشه باشد. نتایج مقایسه اثرات متقابل محتوای رطوبت محصول و سرعت خطی کوبنده در شکل ۳ ارائه شده است. با افزایش سرعت خطی کوبنده، توان مورد نیاز واحد کوبش بطور معنی دار افزایش یافته و در هر سطح از سرعت، با کاهش رطوبت محصول میانگین توان مورد نیاز بطور معنی دار کاهش یافته است. بیشترین میانگین، مربوط به سطح سرعت **۱۷ m/s** و مقدار آن ۹۵۹/۰watt می‌باشد.



شکل ۳- اثر متقابل دو سطح رطوبتی دانه شلتوک در سطوح مختلف سرعت بر روی توان مصرفی

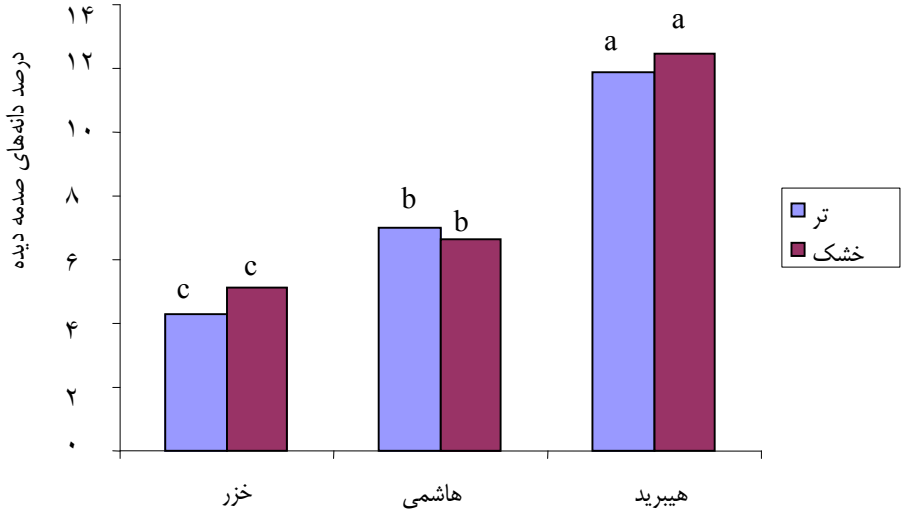
۲- درصد دانه‌های صدمه دیده

با توجه به نتایج جدول شماره (۲) مشاهده می‌شود که سرعت خطی کوبنده و رقم و نیز اثرات متقابل این دو عامل بر درصد دانه های صدمه دیده بر درصد دانه‌های صدمه دیده اثر معنی‌داری (در سطح احتمال ۱ درصد) داشته و بطور کلی رطوبت محصول بر این عامل تاثیر معنی دار نداشته است. نتیج مقایسه میانگین اثرات متقابل سرعت خطی کوبنده و رقم (شکل ۴) نشان می‌دهد که با افزایش سرعت خطی کوبنده درصد دانه‌های صدمه‌دیده افزایش معنی دار داشته و و اثر رقم در هر سطح از سرعت خطی کوبنده اختلاف معنی دار ی در درصد دانه‌های صدمه دیده ایجاد کرده است. این نتیجه با نتایج عسکری و همکاران(۱۳۸۶) و تحقیقات گامرت و همکاران(۱۹۹۰) مطابقت دارد. دلیل این افزایش آن است که با افزایش سرعت خطی وارد بر دانه از طرف کوبنده، ضربه بیشتری بر دانه وارد می‌شود. بیشترین درصد دانه های صدمه دیده به رقم هیبرید با میانگین ۱۲/۱۶۳٪ و کمترین آن به رقم خزر با میانگین ۴/۷۱۹ اختصاص ارد. نتیجه گرفته می‌شود که رقم هیبرید به ضربه حساس‌تر است. در کمترین سرعت میانگین عامل مذکور ۴/۹۷۷٪ بوده که این مقدار نسبت به بررسی های مشابه بیشتر می‌باشد. علت آن ممکن است در تفاوت جهت چرخش کوبنده این دستگاه با خرمنکوبهای متداول باشد. البته ضد کوبنده دستگاه مذکور در روی کوبنده قرار گرفته و دانه ها در این صورت بیشتر در معرض ضربه دندانه‌های کوبنده قرار می‌گیرند.



شکل شماره ۴- اثر متقابل سرعت خطی کوبنده در ارقام مختلف بر روی درصد دانه‌های صدمه دیده

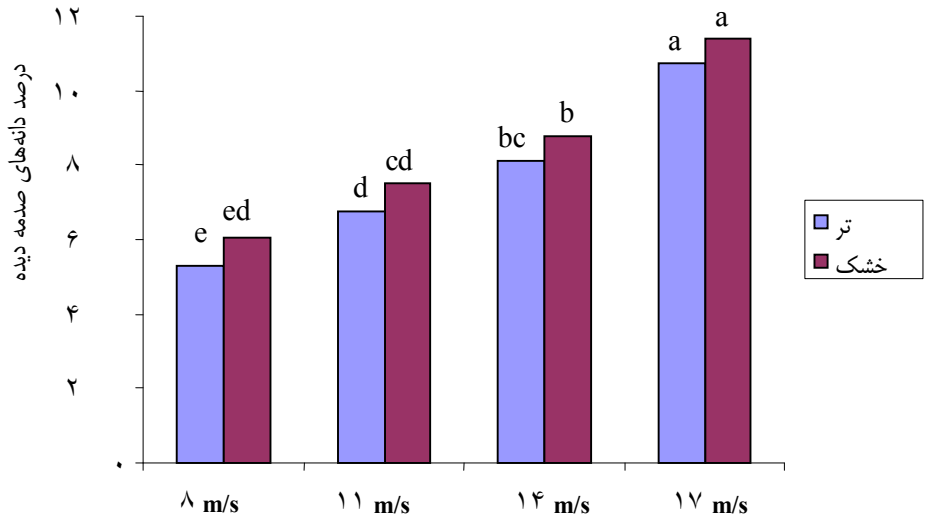
نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در رطوبت محصول در شکل(۵) ارائه شده است. همانطوریکه مشاهده می‌شود در تمام ارقام، تغییر رطوبت محصول اختلاف معنی داری در مقدار درصد دانه‌های صدمه دیده ایجاد نکرده است.



شکل شماره ۵- اثر متقابل دو سطح رطوبتی دانه شلتوک در ارقام مختلف بر روی درصد دانه‌های صدمه دیده

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل مقدار رطوبت محصول در سرعت خطی کوبنده(شکل ۶) نشان می‌دهد که کاهش رطوبت باعث افزایش(غیر معنی‌دار) درصد دانه‌های صدمه دیده شده است زیرا با افزایش رطوبت دانه خاصیت الاستیسیته و انعطاف‌پذیری آن

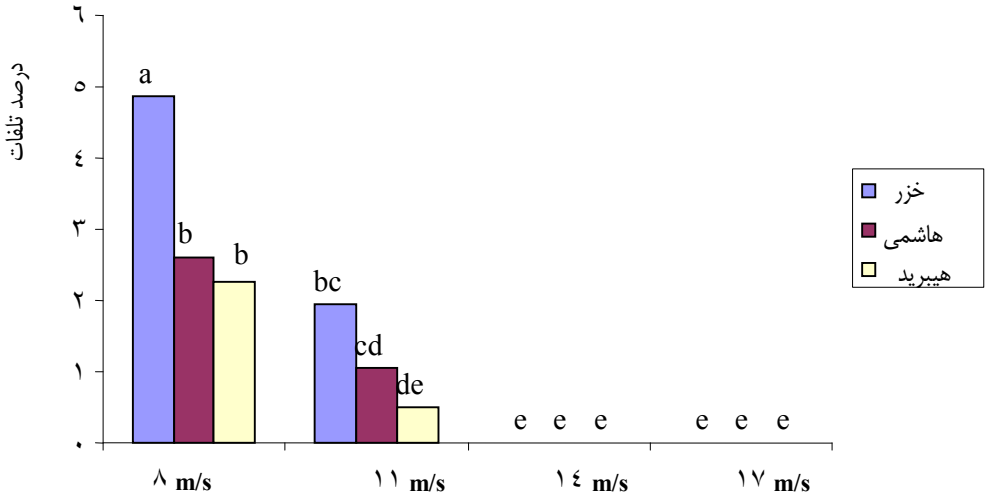
نسبت به ضربه افزایش می‌یابد. این نتیجه با گزارش کلنین و همکاران(۱۹۸۵) مطابقت دارد که در آن سرعت خطی کوبنده را در کوبش محصول تر نسبت به محصول خشک قدری بیشتر توصیه کرده است.



شکل شماره ۶- اثر متقابل رطوبت محصول در سرعت کوبنده بر روی درصد دانه‌های صدمه دیده

۳- تلفات کوبش

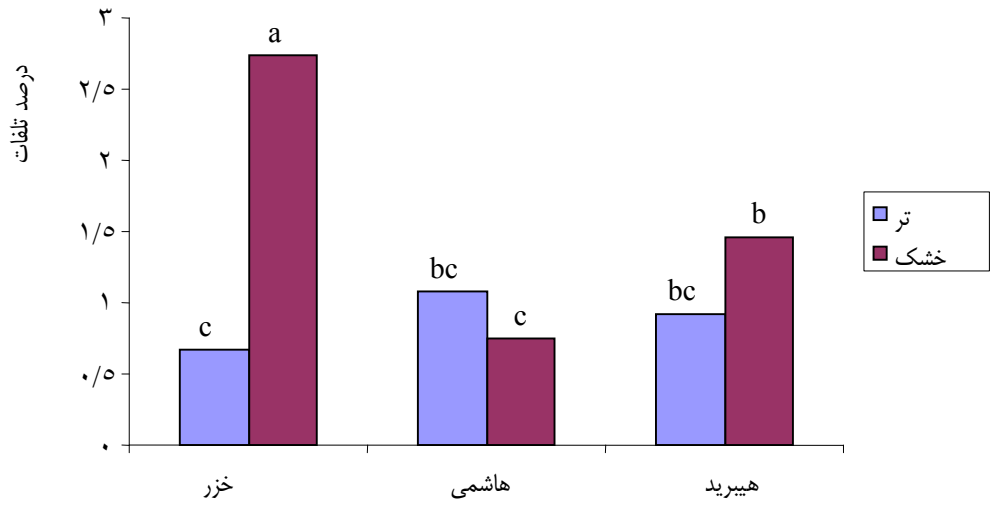
بررسی نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تلفات کوبش(جدول ۲)، نشان می‌دهد که اثر رطوبت و سرعت خطی کوبنده و نیز اثر متقابل این دو عامل بر درصد تلفات کوبش دستگاه خیلی معنی‌دار(در سطح احتمال ۱ رصد) است. اثرات متقابل رقم با سایر عوامل نیز روی تلفات کوبش معنی‌دار است ولی اثر عامل رقم روی تلفات معنی‌دار نیست.



شکل شماره ۷- اثر رقم در سرعت کوبنده بر روی تلفات کوبش

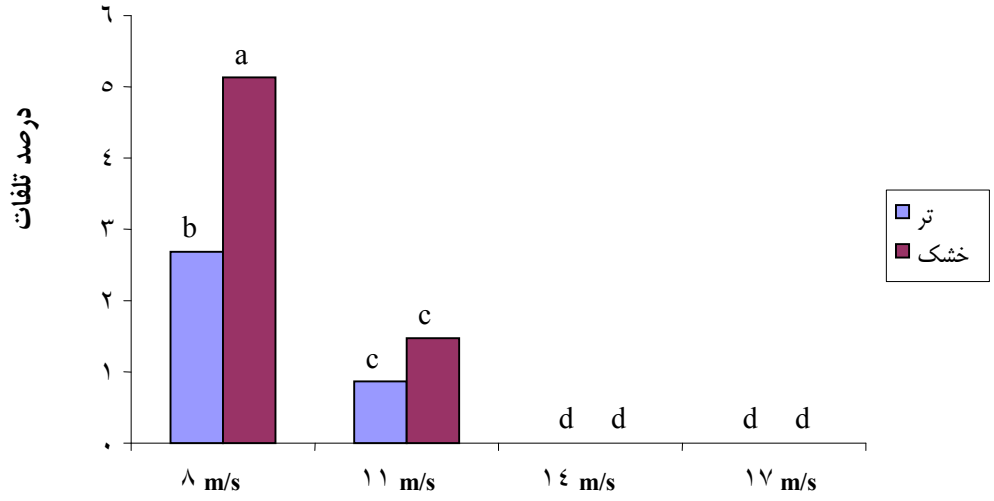
نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل سرعت خطی کوبنده و رقم بر عامل مذکور نشان می‌دهد که در تمام ارقام با افزایش سرعت خطی کوبنده از ۸ به ۱۴ متر بر ثانیه، درصد تلفات کاهش می‌یابد و در سرعت ۱۴ متر بر ثانیه به صفر می-

رسد(شکل ۷). در سرعت ۱۷ متر بر ثانیه، درصد تلفات نیز صفر بوده است. به این دلیل برای کوبش صددرصد دانه‌ها در این ارقام حداقل سرعت خطی کوبنده برای این واحد کوبش ۱۴ متر بر ثانیه توصیه می‌شود. همچنین نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در رطوبت (شکل ۸) بر روی تلفات کوبش نشان می‌دهد که در رقم خزر، میانگین اثر رطوبت نسبت به سایر ارقام معنی‌دار بوده است. در رقم هاشمی کاهش رطوبت (آزمایشات با محصول خشک) باعث کاهش غیر معنی دار درصد تلفات شده است. میانگین اثرات ارقام خزر، هاشمی و هیبرید بترتیب ۱/۷۰۲، ۰/۹۱۴ و ۱/۱۸۸ ٪ بوده است.



شکل شماره ۸- اثر متقابل رطوبت در رقم بر روی تلفات وبش

نتایج مقایسه میانگین محتوای رطوبت محصول در سرعت خطی کوبنده (شکل ۹) نشان می‌دهد که فقط در سرعت خطی ۸ m/s کاهش رطوبت باعث افزایش معنی دار درصد تلفات دانه شده است. مینگین درصد تلفات کوبش درسطح ۸ و ۱۱ m/s بترتیب ۳/۹۰۱ و ۱/۱۷۱ بوده است. ولی میانگین این عامل در سرعتهای ۱۴ و ۱۷ m/s صفر بوده است.



شکل شماره ۹- اثر متقابل رطوبت محصول در سرعت خطی کوبنده

نتیجه گیری و پیشنهادها

۱- میانگین توان مصرفی در حالت تر محصول بیشتر از حالت خشک آن است.

۲- در محدوده سرعت خطی از ۸ تا ۱۷ متر بر ثانیه، میانگین توان مصرفی با افزایش سرعت خطی کوبنده افزایش می یابد.

۳- اثر رقم بر درصد دانه‌های صدمه دیده معنی ار(در سطح ۱ درصد) بوده است به طوری کـه رقـم هیبریـد دارای بیـشترین درصد دانه‌های صدمه دیده و رقم خزر از کمترین مقدار دانه‌های صدمه دیده برخوردار است.

۴- سرعت خطی کوبنده اثر بسیار معنی‌داری(در سطح ۱ درصد) بر درصد دانه‌های صدمه دیده داشته است.

۵- در محدوده سرعت خطی کوبن ه از ۸ تا ۱۷ متر بر ثانیه، میانگین درصد تلفات کوبش رقم خزر بیشتر از هاشمی است و رقم هیبرید دارای کمترین تلفات می‌باشد.

۶- در تمام آزمایش‌های واحد کوبش مورد نظر، در سرعت خطی ۱۴ متر بر ثانیه و بیشتر از آن درصد تلفات کوبش صفر بوده است.

۷- خشکی یا تری محصول در مورد سه رقم آزمایش شده تاثیر معنی‌داری(در سطح ۱ درصد) بر درصد تلفات داشته است.

۸ - پیشنهاد می‌شود آزمایشات فوق برای ارقام دیگر برنج انجام شود.

منابع

۱- عسکری‌اصلی‌ارده، ع.، علیزاده، م.، صبوری، ص. ۱۳۸۶. تبدیل خرمنکوب متداول برنج به یک خرمنکوب جریان محوری و ارزیابی عملکرد آن. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۸، **شماره ۳،صفحه ۱۳۶-۱۲۱**

2- Klenin, N. I., I. F. Popov and V. A. Sakun. (1985). Agricultural Machines American Publishing Co. Pvt. Ltd. New Dehli: 400-418.

3- Datt, P., S. J. K. Annamalia. (1991). Desing and development of straight through peg tooth type thresher for paddy. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America. 22(4): 47-50.

4- Harisson, H. B. (1991). Rotor power and losses of an axial-flow combine. Trasaction of the ASAE. 34(1): 60-64.

5- Gummert, M., W. Muhlbure., Waker 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.

6- Sudajan, S., V. M. Salokhe and K. Triratanasirichai. (2002). Effect of type of Drum, Drum Speed and Feed Rate on Sunflower Threshing. Biosystem Engineering. 83(4): 413-421.

7- Ajav, E. A., B. A. Adejumo. (2005). Performance Evaluation of an Okra Thresher. Agricultural Engineering International, the CIGR Ejournal, Vol.VII.