یافته‌های تحقیقاتی در بهبود
تولیدات گیاهان زراعی
جلد اول، شماره اول، سال ۱۳۹٤
http://raicp.areo.ir

مقایسه تلفات کمی کمباین‌های مختلف در برداشت برنج با رطوبت‌های مختلف

سبلان علی‌محمدزاده[۱]، حسینعلی شمس‌آبادی[۲]*، محسن آزادبخت[۲]، محمدحسین رزاقی[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۲]استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۳]محقق بخش فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۳ ؛ تاریخ پذیرش:۱۳۹۴/۱۱/۱۱

چکیده

برداشت برنج در استان گلستان در فصول پر باران و بیشتر به صورت دو مرحله‌ای با کمباین‌های متداول برداشت غلات مانند جاندیر ۹۵۵ صورت می‌گیرد. کمباین‌های مخصوص برنج، قابلیت برداشت مستقیم در رطوبت‌های بالا و در زمین‌های باتلاقی را دارند. تلفات کمی (ریزش) محصول برداشت شده توسط کمباین‌های مختلف با توجه به اجاره بهای بالاتر کمباین‌های مخصوص برنج، مورد سؤال است. از این رو برای بررسی تأثیر میزان رطوبت و نوع ماشین برداشت بر تلفات برنج (رقم دم‌سیاه)، آزمایشی شامل رطوبت‌های مختلف شلتوک در زمان برداشت (۲۰/۵۹، ۱۷/۰۶ و ۱۵/۱۱ درصد بر پایه وزن خشک) به‌عنوان فاکتور اصلی و سه نوع کمباین (ICR۲۰،۹۵۵ و MEHR۲۸۲) به‌عنوان فاکتور فرعی بر پایه طرح کرت‌های خرد شده در سه تکرار انجام گردید. بر پایه نتایج، میزان ریزش در سطوح مختلف رطوبتی با تفاوت معنی‌داری (P≤۰/۰۵) از ۰/۶۶ درصد تا ۲/۳۵ درصد متغیر و کمترین آن مربوط به سطح رطوبتی ۱۷/۰۶ درصد بود. در سطوح کمباین‌ها نیز ریزش با تفاوت معنی‌داری (P≤۰/۰۵) از ۱/۴۲ درصد تا ۲/۲۸ درصد متغیر و کمترین آن مربوط به کمباین ۹۵۵ بود.

واژه‌های کلیدی: برنج، رطوبت دانه، ریزش، کمباین

*مسئول مکاتبه: hshamsabadi@yahoo.com

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) به‌عنوان دومین ماده غذایی ارزشمند، نقش مهمی در تغذیه جمعیت جهان دارد. در ایران نیز بعد از گندم غذای اصلی اغلب مردم است. روند افزایش مصرف برنج در ایران بیانگر اهمیت آن در سبد غذایی خانوار است (هدایتی‌پور و رحمتی، ۱۳۸۵). سطح زیر کشت و میزان تولید شلتوک در کشور به‌ترتیب ۵۴۶ هزار هکتار و ۲/۴۵ میلیون تن در سال ۱۳۹۲ گزارش شده و در همین سال و در سطح ۵۳۲۴۸ هکتار از اراضی استان گلستان، حدود ۲۱۵ هزار تن شلتوک و ۱۲۰ هزار تن برنج سفید تولید شده است (بی‌نام، ۱۳۹۳). کاهش ضایعات محصولات کشاورزی از راهکارهای مهم دست‌یابی به ارزش افزوده بالاتر در قلمرو سیاست‌های کلان کشاورزی قرار دارد. توجه به این مقوله به‌دلیل افزایش بی‌رویه جمعیت، کاهش منابع طبیعی، امکانات و منابع محدود واجد اهمیت است. نیمی از محصولات کشاورزی در ایران در مراحل کاشت تا مصرف از چرخه مصرف خارج می‌شود و این مسأله متأثر از کمبود تجهیزات و فرسودگی ماشین‌آلات کشاورزی در مرحله کاشت تا برداشت و کاستی‌های مرحله فرآوری و بسته‌بندی استاندارد است (نوید و همکاران، ۱۳۸۱). میزان ضایعات محصول برنج در دنیا حدود ۲۱ درصد بوده و در ایران نیز بین ۱۶ تا ۳۰ درصد گزارش شده، که بیشترین مقدار آن به مرحله برداشت (درو و خرمنکوبی) تعلق دارد (بی‌نام، ۲۰۱۰ و آقاگل‌زاده، ۱۳۸۳). عوامل مختلفی مانند رطوبت دانه، درجه حرارت هوا، نوع و رقم گیاه، وضعیت محصول از نظر خوابیدگی، ماشین برداشت و تجربه راننده بر ضایعات برداشت اثر می‌گذارد (سراویستاوا و همکاران، ۱۹۹۵). اصلاح عملیات برداشت منجر به افزایش تولید جهانی از ۲۵۲ میلیون تن شلتوک در سال ۱۹۶۱ به ۳۲۱ میلیون تن در سال ۱۹۷۳ گردید.

دی‌پادوا (۱۹۷۰) بیان نمود چنانچه رطوبت برنج در زمان برداشت به حدود ۱۴ تا ۱۶ درصد برسد، ریزش محصول تا ۱۰ درصد هم افزایش می‌یابد. بهولی و همکاران (۱۹۷۰) نشان دادند که با کاهش رطوبت محصول (در اثر تأخیر در عملیات برداشت)، ریزش دانه بیشتر شد به گونه‌ای که با کاهش رطوبت از ۲۳ درصد به ۱۵ درصد، ضایعات دانه به ۱۸ درصد رسید. در برداشت با سرعت ۲ متر بر ثانیه و ۲۰ درصد رطوبت میزان تلفات ۰/۶۳ درصد بود که با افزایش رطوبت به ۲۴ درصد، مقدار تلفات به ۰/۳۲ درصدکاهش یافت (چینسوان و چوانودوم، ۲۰۱۱). آیچیکاوا و سوجی‌یاما (۱۹۸۶) با مقایسه‌ی دو نوع کمباین با واحدهای کوبش جریان محوری و جریان عرضی بر نشان دادند که میزان ضایعات خرمن‌کوبی جریان شعاعی حدود ۱۰ درصد است و کوبنده‌های جریان محوری از عملکرد مناسبت‌تری برخوردارند. خانپورلهی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی اثر سرعت پیشروی کمباین آلفا مدل 4LZ-2.5A

در سه سطح ۲، ۳ و ۴ کیلومتر بر ساعت و سه سطح رطوبت ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درصد در برداشت برنج دریافتند با افزایش میزان رطوبت، ریزش از پلاتفرم کاهش می‌یابد به‌طوری‌که کمترین و بیشترین میزان تلفات (۰/۲۵ و ۰/۵۲ درصد) به‌ترتیب مربوط به سطوح رطوبتی ۳۰ و ۲۰ درصد می‌باشد.

بررسی تلفات محصول جو در برداشت با کمباین جریان محوری نشان داد که میزان رطوبت محصول روی تلفات آن اثر معنی‌داری داشته و در سطوح رطوبتی ۱۰، ۱۴ و ۱۸ درصد بر پایه وزن تر تلفات کوبش به‌ترتیب ۰/۳، ۰/۶ و ۰/۸ درصد بوده است (هاریسون، ۱۹۹۱). در استاندارد ملی شماره ۱۴۹۲۷ سازمان ملی استاندارد ایران در رابطه با ویژگی‌های کمباین برنج، میزان حداکثر تلفات برای پلتفرم کمباین ۰/۵ درصد، واحد جدا کننده ۱/۳ درصد، واحد بوجاری ۱/۲ درصد، دانه‌های کوبیده نشده ۲/۰ درصد، افت کاه‌پران ۰/۳ درصد، میزان تلفات کل ۳/۵ درصد، دانه صدمه دیده مکانیکی ۲ درصد، دانه ترک خورده ۵ درصد و خلوص دانه حداقل ۹۷ درصد (ناخالصی در مخزن حداکثر ۳ درصد) تعیین شده است (بی‌نام، ۱۳۹۲).

کشاورزان استان گلستان برای برداشت برنج به‌طور مرسوم به صورت دو مرحله‌ای از درو دستی یا دروگر موتوری و کمباین غلات مجهز به کوبنده دندانه میخی و پلتفرم بردارنده[1] استفاده می‌کنند. اما با توجه به ورود کمباین مخصوص برداشت برنج در دو تیپ به کشور، برخی از کشاورزان مایل به استفاده از این کمباین‌ها هستند؛ با این حال رطوبت مناسب کار و تلفات کمی آن مشخص نیست. از این رو تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر رطوبت دانه، نوع کمباین و اثرات متقابل این دو بر میزان ضایعات کمی (ریزش) برنج هنگام برداشت انجام شده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر ماشین برداشت و درصد رطوبت دانه بر میزان ضایعات کمی (ریزش) برداشت برنج رقم دم‌سیاه (رقم مرسوم منطقه)، آزمایشی در شهریور و مهر سال ۱۳۹۳ در روستای بهلکه شیخ موسی واقع در شهرستان آق‌قلا از توابع استان گلستان، با فاکتور اصلی رطوبت برداشت (در سه سطح ۱۹ تا ۲۲، ۱۶ تا ۱۹ و ۱۳ تا ۱۶ درصد بر مبنای وزن خشک دانه‌ی برداشت شده) و فاکتور فرعی ماشین برداشت (در سه سطح کمباین غلات و دو نوع کمباین برداشت برنج) صورت پذیرفت. برای این منظور از سه کمباین ۹۵۵ ساخت شرکت کمباین‌سازی ایران مجهز به کوبنده دندانه میخی و پلتفرم بردارنده (سکوی بردارنده) برای برداشت دو مرحله‌ای، کمباین مخصوص برنج ICR۲۰ ساخت شرکت

1. Pickup

Chery کشور چین و کمباین مخصوص برنج MEHR۲۸۲ ساخت شرکت مهر تابان توس استفاده شد که مشخصات آن‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

برای انجام آزمایش مورد نظر، سه کرت که با روش نشاء دستی در یک تاریخ کاشته و دارای تراکم کاشت و عملیات داشت یکسان بودند، انتخاب شدند. برای ایجاد محدوده رطوبتی مورد نظر، عملیات برداشت در تاریخ‌های متفاوت صورت پذیرفت (جدول ۲). هنگام برداشت هر کرت به سه قسمت تقسیم گردید، محصول یک قسمت کرت توسط دروگر برداشت و در مزرعه رها شد تا در روز بعد توسط کمباین جاندیر برداشت شود (روش غیرمستقیم و مرسوم منطقه) و دو قسمت کرت دیگر با کمباین‌های مخصوص برنج برداشت شدند.

جدول ۱- مشخصات کمباین‌های مورد بررسی.

مشخصه فنی	نوع کمباین		
	کمباین ۹۵۵ مجهز به بردارنده	کمباین برنج ICR۲۰	کمباین برنج MEHR۲۸۲
عرض پلتفرم (متر)	۳/۰۵	۲/۱	۲/۱
عرض مفید پلتفرم (متر)	۳	۲	۲
مخزن غله دانه (کیلوگرم)	۱۲۰۰	۶۰۰	فاقد مخزن (کیسه پرکن)
نوع موتور	دیزلی	دیزلی	دیزلی
توان موتور (اسب بخار)	۱۱۰	۷۵	۸۲
وزن (کیلوگرم)	۵۹۶۰	۲۵۶۵	۲۹۰۰
سیستم کوبنده	جریان عرضی	دو کوبنده جریان عرضی و محوری	دندانه میخی جریان محوری
ابعاد (طول × عرض× ارتفاع) (متر)	۸/۱۰ ×۳/۰۵× ۴/۱۷	۴/۷۰ × ۲/۳۲ × ۲/۸۵	۵/۲۰ × ۲/۳۵ × ۲/۷۰
کوبنده (عرض×قطر) (میلی‌متر)	۶۱۰ × ۱۰۴۰	۱۱۰۰ × ۵۵۰ ۶۵۰×۵۵۰	۱۲۸۰۰ × ۵۸۰
تعداد و ابعاد کاه‌برها (میلی‌متر)	۴ قطعه، ۳۷۷۰ ×۲۵۰	فاقد کاه‌بر	فاقد کاه‌بر
ابعاد الک‌ها (میلی‌متر)	الک بالا ۱۶۵۰× ۱۰۰۰ الک پایین ۱۲۰۰ ×۱۰۰۰	۷۵۰ ×۱۰۰۰	الک جلویی ۶۰۰ × ۹۰۰ الک عقبی ۴۰۰ × ۹۰۰
پنکه باد (عرض× قطر) (میلی‌متر)	۱۰۰۰ × ۶۵۰	۱۰۰۰ × ۴۵۰	۹۰۰ × ۴۰۰
عرض پی‌ریز (میلی‌متر)	۱۰۰۰	۱۰۰۰	۹۰۰
نوع چرخ‌ها	چرخ لاستیکی	چرخ زنجیر شنی‌دار لاستیکی	چرخ زنجیر شنی‌دار لاستیکی

جدول ۲- رطوبت دانه هنگام برداشت.

تاریخ برداشت	محدوده سطوح رطوبتی (درصد)	میانگین رطوبت دانه (درصد)	ابعاد کرت (متر مربع)
۱۳۹۳/۶/۱۵	سطح ۱ (۲۲-۱۹)	۲۰/۵۹	۴۱ × ۵۳
روز بعد از درو	-	۱۳/۶۹	-
۱۳۹۳/۶/۲۴	سطح ۲ (۱۹-۱۶)	۱۷/۰۶	۳۵ × ۴۵
روز بعد از درو	-	۱۳/۶۳	-
۱۳۹۳/۷/۱۰	سطح ۳ (۱۶-۱۳)	۱۵/۱۱	۴۸ × ۶۱
روز بعد از درو	-	۱۳/۴۵	-

پیش از برداشت از هر قسمت به وسیله قاب یک مترمربعی سه نمونه به آرامی و توسط قیچی (برای جلوگیری از ریزش دانه) برداشت و پس از جداسازی دانه‌ها توسط دست، عملکرد مزرعه تعیین شد (رابطه ۱). به همین ترتیب نمونه‌هایی برای تعیین رطوبت شلتوک تهیه و با جمع‌آوری و توزین دانه‌ها و خوشه‌های روی زمین در این سه قاب میزان ریزش طبیعی دانه برنج تعیین شد. عملیات برداشت پس از تنظیم بهینه کمباین‌ها صورت پذیرفت.

$$\text{عملکرد مزرعه در هکتار} = \frac{\text{مجموع دانه‌های جدا شده نمونه‌های 3 قاب 1 مترمربعی}}{3} \times 10000 \qquad (۱)$$

تعیین درصد رطوبت نمونه‌ها: پس از خشک نمودن نمونه‌ها در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت و توزین با دقت ۰/۰۱ گرم، میانگین درصد رطوبت بر پایه‌ی وزن خشک با رابطه ۲ محاسبه شد (عبدالمطلب و همکاران، ۲۰۰۹).

$$M_d = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100 \qquad (۲)$$

که در آن M_d درصد رطوبت بر پایه وزن خشک، W_w رطوبت‌تر نمونه (وزن اولیه) و W_d رطوبت خشک نمونه (وزن ثانویه) می‌باشد.

اندازه‌گیری ضایعات کمی (ریزش): به‌دلیل وجود واحدهای مختلف در کمباین غلات ریزش‌ها به انواع ریزش طبیعی، ریزش واحد درو، ریزش واحد کوبنده، ریزش واحد جداکننده (کاه‌برها) و ریزش واحد تمیزکننده (الک‌ها و پنکه) تقسیم‌بندی می‌شوند (هانت، ۱۳۸۰؛ منصوری‌راد، ۱۳۷۲). در کمباین‌های دارای سه واحد کوبنده، جداکننده و تمیزکننده مستقل از هم، بسته به خصوصیت اصطکاکی محصول، ریزش واحد جدا کننده و تمیز کننده به‌دلیل یکسان بودن شکل ظاهری دانه ریخته شده و عدم امکان تفکیک آن‌ها، با هم محاسبه می‌شود. در این پژوهش ریزش دو واحد کوبنده و جداکننده به‌دلیل نبود کاه‌بر و انجام وظیفه آن توسط کوبنده در کمباین‌های مخصوص برنج (بی‌نام، ۱۳۸۷) و وجود ریشک و سطح زبر شلتوک که مانع از تفکیک آن از توده‌ی کاه و کلش خروجی از کمباین (واحد کوبش) می‌شود، با هم در نظر گرفته شد. از این رو کلیه‌ی کزل‌های خروجی از انتهای کمباین به اضافه‌ی شلتوک موجود در توده‌ی کاه، جزو تلفات واحد کوبنده و جدا کننده محاسبه و شلتوک موجود در خرده کاه‌ها جزو تلفات واحد تمیز کننده منظور گردید.

برای اندازه‌گیری ریزش، ۵ عدد قاب زیر بسته ۰/۵ مترمربعی (۰/۵×۱ متر) در هنگام برداشت، به زیر کمباین انداخته شد تا کادرها بعد از پلاتفرم قرار گرفته و مواد خروجی از انتهای کمباین (پی‌ریز) به روی قاب ریخته شود. از بین پنج قاب انداخته شده برای هر کمباین، سه قاب که در بهترین حالت بودند، انتخاب و دو کادر دیگر حذف شدند. سپس نمونه‌های هر قاب در سه قسمت توده‌ی کاه و کلش، دانه‌ها و خرده کاه‌های کف و دانه‌های زیر قاب، جمع‌آوری شد (شکل ۱).

شکل ۱- نمونه‌های ریخته شده روی کادر.

ریزش واحد درو: تمامی دانه‌ها و خوشه‌هایی که از زیر کادر جمع‌آوری شده بود، بعد از به تعادل رسیدن رطوبت نمونه‌ها در شرایط اتاق، توزین و پس از کسر میانگین ریزش طبیعی، درصد ریزش بر اساس رابطه ۳ مشخص شد (در مورد برداشت دو مرحله‌ای با کمباین غلات ریزش از دروگر جزو تلفات واحد درو محاسبه شد).

$$\text{ریزش درصد واحد درو} = \frac{\left(\text{وزن دانه‌ها} \times 2\right) \times 10000}{\text{عمل‌کرد}} \times 100 \quad (۳)$$

ریزش واحد کوبنده و جدا کننده: درصد ریزش واحد کوبنده با جداسازی و توزین تمامی دانه‌هایی که در داخل توده‌ی کاه و کلش بودند یا از خوشه جدا نشده بودند، طبق رابطه ۴ محاسبه شد.

$$\text{ریزش درصد واحد کوبنده} = \frac{\left(\text{ضریب اصلاح} \times \text{وزن دانه‌ها} \times 2\right) \times 10000}{\text{عمل‌کرد}} \times 100 \quad (۴)$$

ریزش واحد تمیزکننده (بوجاری): با توزین دانه‌های داخل خرده کاه‌های کف کادر، درصد ریزش توسط رابطه ۵ مشخص گردید.

$$\text{ریزش درصد واحد تمیز کننده} = \frac{\left(\text{ضریب اصلاح} \times \text{وزن دانه‌ها} \times 2\right) \times 10000}{\text{عمل‌کرد}} \times 100 \quad (۵)$$

در رابطه‌های ۴ و ۵ صورت کسر میزان ریزش در هکتار را تعیین می‌کند و ضریب اصلاح نسبت عرض پی‌ریز به عرض مفید پلتفرم کمباین است. این ضریب که برای کمباین ۹۵۵ عدد ۰/۳۳۳، برای کمباین ICR۲۰ عدد ۰/۴۷۶ و برای کمباین MEHR۲۸۲ عدد ۰/۴۵ می‌باشد، که به‌علت تقلیل محصول برداشت شده در عرض پلتفرم در انتهای کمباین به عرض پی‌ریز، باید در روابط بیان شده منظور گردد.

ریزش کل: با جمع درصد ریزش واحد درو، واحد جداکننده و تمیز کننده براساس رابطه ۶، درصد ریزش کل محاسبه شد.

$$\text{ریزش کل (درصد)} = \text{ریزش واحد درو (درصد)} + \text{ریزش واحد کوبنده و جدا کننده (درصد)} + \text{ریزش تمیز کننده (درصد)} \quad (۶)$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها

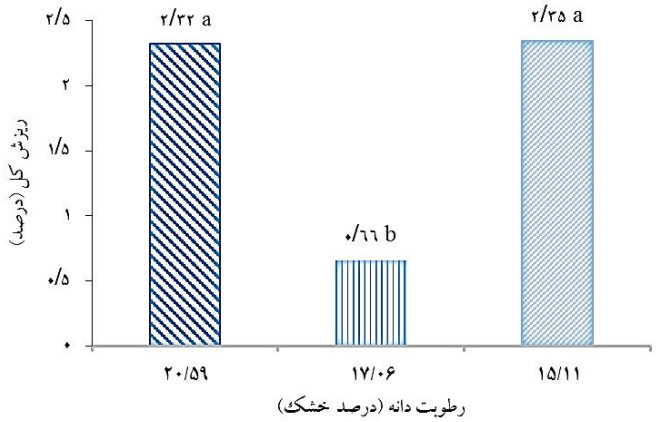
پس از نمونه‌گیری و اندازه‌گیری صفات، داده‌های بدست آمده در صفحه گسترده Excel مرتب‌سازی گردید و در قالب طرح کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) بر پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

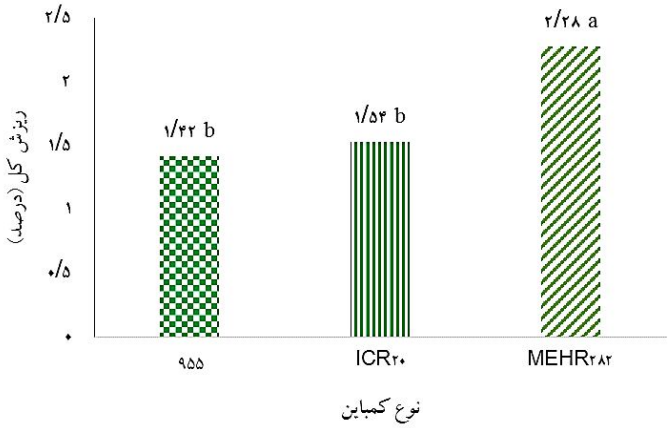
با تغییر شرایط آب و هوایی، مدیریت عملیات کاشت و داشت، رقم، شرایط زمین در هنگام برداشت، روش برداشت و نوع و سیستم کمباین ممکن است، نتایج در مورد سطوح رطوبتی و کمباین‌ها تغییر کند. از این رو در قسمت‌های آتی، یافته‌های تحقیق در رابطه با اثر عوامل مختلف بر میزان ریزش دانه برنج به تفصیل و به شرح زیر بیان می‌شود.

اثر رطوبت دانه و نوع کمباین بر مجموع ضایعات کمی (ریزش کل): نتایج تجزیه واریانس اثر رطوبت‌های مختلف و نوع کمباین بر درصد مجموع ضایعات کمی نشان داد اثر رطوبت دانه و نوع کمباین در سطح ۵ درصد معنی‌دار ولی اثرات متقابل آن‌ها معنی‌دار نبوده است (جدول ارائه نشده است). مقایسه میانگین‌ها در سطوح رطوبتی که در شکل ۲ ارائه شده است، بیانگر آن است که کمترین میزان ریزش در سطح رطوبتی ۲ با میانگین ۰/۶۶ درصد رخ داده است. اما بیشترین میزان ریزش در سطوح رطوبتی ۳ و ۱ مشاهده گردید که با میانگین ۲/۳۵ و ۲/۲۳ درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. این نتایج نشان می‌دهد که ریزش با کاهش یا افزایش از سطح ۲ افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که با کاهش رطوبت دانه از سطح ۱ به سطح ۲، ریزش کل ۷۰ درصد و با افزایش رطوبت دانه از سطح ۳ به سطح ۲، ریزش کل ۷۲ درصد کاهش داشته است. این یافته‌ها با نتایج تحقیق بهولی و همکاران (۱۹۷۰) که بیانگر افزایش ریزش کل با کاهش میزان رطوبت بودند، مطابقت دارد، هر چند در کاهش از سطح رطوبتی ۱ به ۲ مغایر با نتایج آن‌ها است.

برای برداشت هر محصول دامنه‌ای از رطوبت مناسب وجود دارد که در خارج از این دامنه میزان ریزش افزایش خواهد یافت (هانت، ۱۳۸۰). دیگر تحقیقات بر خلاف تحقیق حاضر، دامنه‌ی رطوبتی بالاتر از محدوده‌ی رطوبتی این آزمایش داشته‌اند. به نظر می‌رسد با توجه به دامنه رطوبتی این آزمایش، سطح رطوبتی برای تغییر رفتار در ریزش رقم دم‌سیاه مشخص شده است. همچنین با توجه به نتایج بیان شده در شکل ۳، میانگین ریزش کل هنگام برداشت با کمباین‌های ۹۵۵ و ICR۲۰ به‌ترتیب ۱/۴۲ و ۱/۵۴ درصد است که تفاوت آماری معنی داری ندارند، هرچند که مجموع ریزش کل کمباین ۹۵۵ کمتر است و کمباین MEHR۲۸۲ با میانگین ریزش کل ۲/۲۸ درصد تفاوت معنی‌داری با دو کمباین دیگر داشته است. مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد، ریزش کل کمباین‌های ۹۵۵ و ICR۲۰ نسبت به کمباین MEHR۲۸۲ به‌ترتیب ۳۸ و ۳۳ درصد کمتر بوده است.



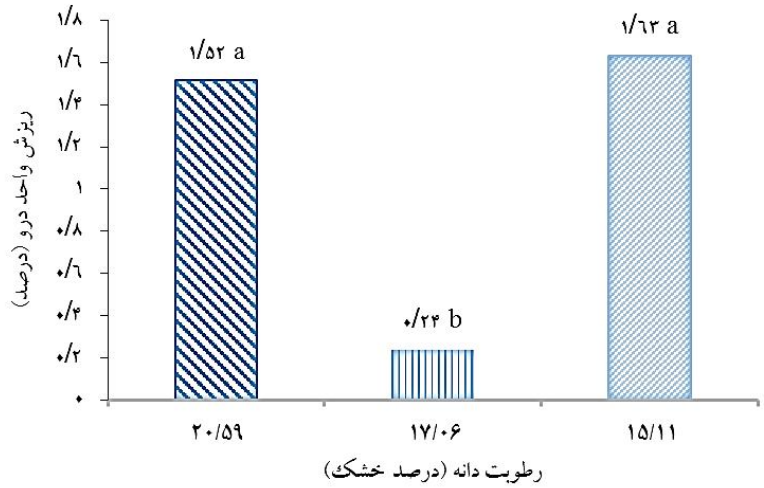
شکل ۲- ریزش کل تحت تأثیر رطوبت دانه.



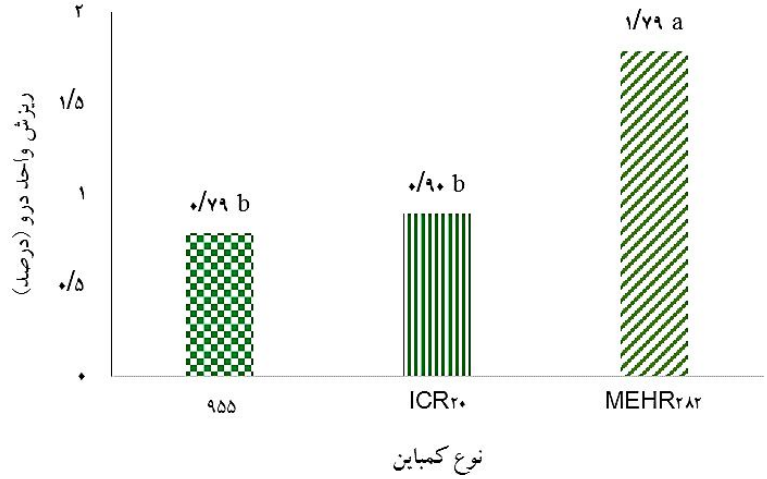
شکل ۳- ریزش کل تحت تأثیر نوع کمباین.

مقایسه میانگین‌های فوق با استاندارد ملی شماره ۱۴۹۲۷ سازمان ملی استاندارد ایران که میزان ریزش کل کمباین برنج را ۳/۵ درصد تعیین کرده است، نشان می‌دهد کمباین‌های ۹۵۵، ICR۲۰ و MEHR۲۸۲ به‌ترتیب با ریزش ۵۹، ۵۶ و ۳۵ درصد، میزان ریزش کمتری از استاندارد تعیین شده دارند.

اثر رطوبت دانه و نوع کمباین بر ریزش از واحد درو (ضایعات پلتفـرم): بـر پایـه نتـایج تحلیـل واریانس اثر رطوبت‌های مختلف و نـوع کمبـاین بـر درصـد ریـزش از واحـد درو در سـطح یـک درصـد معنی‌دار بوده است، اما اثر متقابل تیمارها بر ریزش از واحد درو، معنی‌دار نمی‌باشد. همچنـین بـر پایـه مقایسه میانگین‌ها، کمترین میزان ریزش مربوط به سطح رطوبتی دو و پس از آن سطوح رطوبتی یک و سه می‌باشد، هر چند بین دو سطح رطوبتی یک و دو تفاوت معنی‌داری وجـود نداشـته اسـت. میـانگین ریزش از واحد درو در سطوح رطوبتی نشان می‌دهد، ریـزش از واحـد درو در سـطوح رطـوبتی رفتـاری هماننـد ریـزش کـل دارد (شـکل ۴). بـر پایـه نتـایج منـدرج در شـکل ۵، میـزان ریـزش از واحـد درو کمباین‌های ۹۵۵ و ICR۲۰ تفاوت معنی‌داری ندارند، امـا کمبـاین MEHR۲۸۲ بـا تفـاوت معنـی‌داری نسبت به دو کمباین دیگر بیشترین ریزش از واحد درو را داشته است. دلیل تفاوت معنـی‌دار ریـزش در کمباین MEHR۲۸۲ با دیگر کمباین‌های مورد بررسی، لرزش بیش از حد پلتفرم آن به‌دلیـل نقـص در طراحی و ساخت قسمت مارپیچ کلش‌کش می‌باشد.

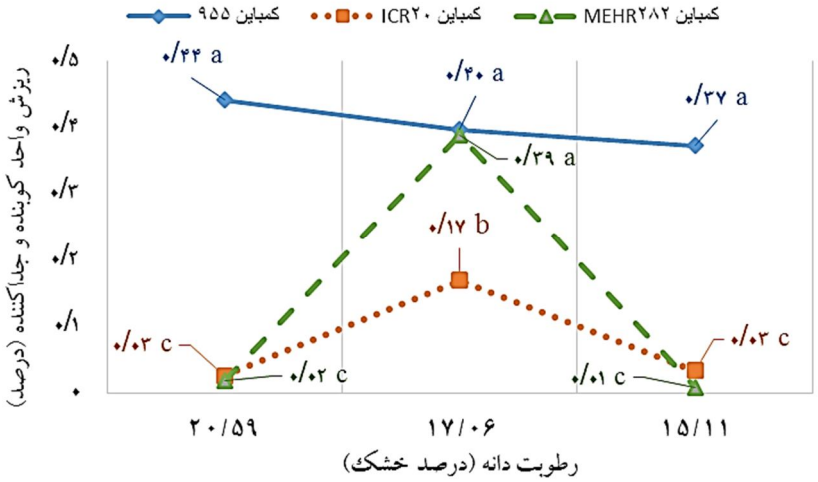


شکل ۴- ریزش واحد درو تحت تأثیر رطوبت دانه.



شکل ۵- ریزش واحد درو تحت تأثیر نوع کمباین.

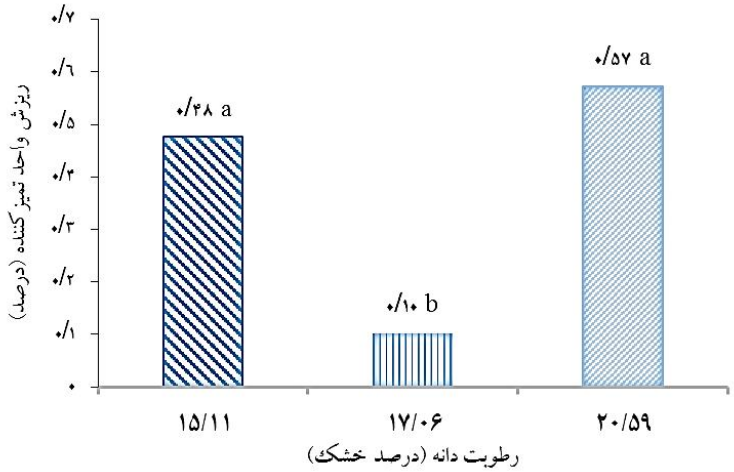
اثر رطوبت دانه و نوع کمباین بر ریزش از واحدهای کوبنده و جداکننده: بر پایه نتایج تحلیل واریانس، اثرات رطوبت دانه، نوع کمباین و همچنین اثر متقابل آن‌ها بر ریزش واحدهای کوبنده و جداکننده در سطح یک درصد معنی‌دار بود. با توجه به شکل ۶ در بررسی اثرات متقابل بر میزان ریزش از واحدهای کوبنده و جداکننده، ریزش از کمباین‌های ICR۲۰ و MEHR۲۸۲ در سطوح رطوبتی یک و سه بدون تفاوت معنی‌داری کمترین بوده‌اند و بیشترین میزان ریزش را کمباین ۹۵۵ در تمامی سطوح رطوبتی و کمباین MEHR۲۸۲ در سطح رطوبتی دو داشته‌اند. این نتایج با نتایج هاریسون (۱۹۹۱) در محصول جو که بیان کننده کاهش تلفات کوبش با کاهش میزان رطوبت دانه است، مطابقت دارد و با توجه به نوع کوبنده کمباین‌ها با نتایج تحقیقات آیچی‌کاوا و سوجی‌یاما (۱۹۸۶) که بیانگر ضایعات کمی کمتر کوبنده جریان محوری نسبت به کوبنده جریان شعاعی است، یکسان است. بررسی و مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل سطوح رطوبتی در نوع کمباین‌ها بیان‌گر آن است که نوع دوکوبنده‌ی جریان محوری و عرضی در کمباین ICR۲۰ و جریان محوری در کمباین MEHR۲۸۲ در کوبش و جدایش شلتوک از خوشه، عملکرد معنی‌دار بهتری نسبت به کوبنده جریان عرضی در کمباین ۹۵۵ دارند، هر چند کمباین ۹۵۵ مجهز به کاه‌پران برای تکمیل جداسازی است و دو کمباین مخصوص برنج دیگر فاقد کاه‌پران هستند.



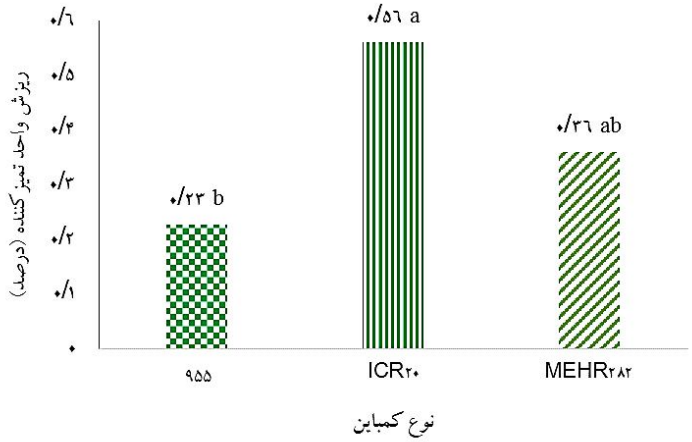
شکل ۶- اثر متقابل رطوبت دانه و نوع کمباین بر ریزش از واحد کوبنده و جداکننده.

اثر رطوبت دانه و نوع کمباین بر ریزش از واحد تمیز کننده (بوجاری): براساس تحلیل واریانس داده‌ها، اثرات رطوبت دانه در سطح یک درصد، نوع کمباین در سطح پنج درصد معنی‌دار است، حال آن که اثر متقابل آن‌ها بر ریزش از واحد تمیزکننده معنی‌دار نیست. بر پایه نتایج مقایسه میانگین اثرات سطوح رطوبتی بیان شده در شکل ۷، واحد تمیزکننده در سطح رطوبتی دو کمترین ریزش و سطوح رطوبتی سه و یک با تفاوت معنی‌دار نسبت به یکدیگر، بیشترین میانگین ریزش را داشته‌اند. میانگین ریزش از واحد تمیز کننده در سطوح رطوبتی مختلف همانند (میانگین ریزش کل از واحد تمیز کننده) با کاهش یا افزایش از سطح خاصی کاهش می‌یابد.

نتایج مقایسه میانگین ریزش کمباین‌ها، مندرج در شکل ۸ ، بیانگر آن است که کمباین‌های ۹۵۵ و ICR۲۰ به‌ترتیب کمترین و بیشترین ریزش را دارند. اما ریزش کمباین MEHR۲۸۲ بدون تفاوت معنی‌دار نسبت به این دو کمباین در بین آن‌ها قرار داشته است. کمباین ۹۵۵ به‌دلیل دو طبقه بودن و بیشتر بودن سطح الک‌ها و همچنین قابلیت تغییر و تنظیم دور پنکه و تغییر جهت وزش باد، در ریزش از واحد تمیزکننده بهتر عمل کرده است (دور پنکه و جهت وزش باد در کمباین‌های مخصوص برنج قابل تنظیم نیست).



شکل ۷- ریزش واحد تمیزکننده تحت تأثیر رطوبت دانه.



شکل ۸- ریزش واحد تمیزکننده تحت تاثیر نوع کمباین.

به‌طورکلی با توجه به نتایج مقایسه ریزش دانه برنج از واحدهای مختلف سه نوع کمباین برداشت با استاندارد ملی (جدول ۳) و در سطوح رطوبتی مختلف می‌توان نتیجه گرفت که رطوبت شلتوک، روش برداشت، سیستم کوبنده و جداکننده و سیستم تمیزکننده کمباین بر میزان ریزش دانه برنج رقم دم‌سیاه هنگام برداشت آن تأثیرگذار است. بر پایه یافته‌های این تحقیق، بهترین میزان رطوبت شلتوک

برای برداشت رقم دم‌سیاه، سطح رطوبتی دو به میزان ۱۷/۰۶ درصد بر پایه وزن خشک است. کمترین تلفات واحد درو مربوط به روش دو مرحله‌ای توسط کمباین ۹۵۵ و ICR۲۰، کمترین تلفات واحد کوبنده و جداکننده متعلق به کمباین ICR۲۰، کمترین تلفات واحد تمیزکننده مربوط به کمباین ۹۵۵ می‌باشد و در مجموع بهترین روش برداشت، روش دو مرحله‌ای با کمباین ۹۵۵ و روش مستقیم با کمباین ICR۲۰ در سطح رطوبتی ۱۷/۰۶ درصد است.

جدول ۳- مقایسه ریزش (درصد) از واحدهای مختلف کمباین‌ها با استاندارد ملی.

نوع کمباین	کل	درو	کوبنده و جداکننده	تمیز کننده
۹۵۵	۱/۴۲	۰/۷۹	۰/۴۰	۰/۲۳
ICR۲۰	۱/۵۴	۰/۹۰	۰/۰۸	۰/۵۶
MEHR۲۸۲	۲/۵۸	۱/۷۹	۰/۱۴	۰/۳۶
استاندارد ملی ۱۴۹۲۷	۳/۵	۰/۵	۱/۸	۱/۲

توصیه ترویجی

با توجه به شرایط استان گلستان در زمان برداشت برنج، شالیکاران استان نیاز به سرمایه‌گذاری برای خرید کمباین برنج نداشته و کماکان می‌توانند از روش برداشت دو مرحله‌ای با کمباین ۹۵۵ استفاده کنند. در ضمن پیشنهاد می‌شود برای دستیابی به نتایج تکمیلی، تحقیقی در رابطه با دیگر ارقام رایج برنج مانند فجر نیز انجام شود. همچنین ارزیابی با همین تیپ کمباین‌ها ولی با مارک‌های متفاوت و در چندین مزرعه (شرایط کشاورزان) و نیز در دیگر استان‌های برنج خیز کشور انجام شود.

منابع

۱-آقاگل‌زاده، ح. ۱۳۸۳. مشخصات فنی ماشین‌های مورد نیاز برای کشت مکانیزه برنج. یازدهمین همایش ملی برنج کشور. سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین.

۲-بی‌نام. ۱۳۸۷. استاندارد شماره ۱۰۳۳۲، ماشین‌های کشاورزی، ماشین‌های برداشت، روش آزمون عملکرد مزرعه‌ای کمباین برنج. مؤسسه ملی استاندارد ایران. ۱۸ صفحه.

۳-بی‌نام. ۱۳۹۲. استاندارد شماره ۱۴۹۲۷، ماشین‌های کشاورزی، کمباین برنج، ویژگی‌ها. مؤسسه ملی استاندارد ایران. ۱۶ صفحه.

۴-بی‌نام. ۱۳۹۳. آمارنامه محصولات سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱. مرکز فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، وزارت جهاد کشاورزی. صفحات ۵۱ تا ۵۳.

۵-خانپورلهی، ن.ع.، آسودار، م.ا.، قاسمی‌نژاد، م. و آقاگل‌زاده، ح. ۱۳۹۱. اثر سرعت پیشروی و رطوبت محصول در کاهش تلفات کمباین برنج مدل آلفا 4LZ-2.5A. پانزدهمین همایش ملی برنج کشور، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، پژوهشکده ژنتیک و زیست فن‌آوری کشاورزی طبرستان.

۶-قوامی، ش.، برقعی، ع.م. و طباطبایی‌فر، ا. ۱۳۸۴. بررسی اثر دور توپی و سطح مقطع خروجی در ماشین سفیدکن تیغه‌ای بر روی میزان شکستگی برنج. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، جلد ۶، شماره ۲۲، بهار ۱۳۸۴. صفحات ۵۳ تا ۶۶.

۷-علیزاده، م.ر.، تجددی طلب، ک.، رحیم سروش، ح. و سودبخش، م. ۱۳۸۵. بررسی و مقایسه میزان ضایعات در روش‌های مختلف برداشت محصول برنج و ارائه راهکارهایی جهت کاهش آن. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. وزارت جهاد کشاورزی، موسسه برنج کشور، ۶۵ صفحه.

۸-منصوری‌راد، د. ۱۳۷۲. تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی. جلد دوم، چاپ اول، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا. ۵۱۹ صفحه.

۹-هانت، د. ۱۳۸۰. مدیریت تراکتورها و ماشین های کشاورزی. ترجمه منصور بهروزی لار، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران. ۴۵۰ صفحه.

۱۰-هدایتی‌پور، ا. و رحمتی، م.ه. ۱۳۸۵. بررسی دمای خشک‌کن و رطوبت نهایی شلتوک بر درصد خرده برنج و ضریب تبدیل ارقام پر محصول استان مازندران. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد سیزدهم، شماره ششم.

11. Abdelmotaleb, A., El-Kholy, M.M., Abou-El-Hana, H. and Younis, M.A. 2009. Thin layer drying garlic slices using convection and (convection-infrared) heating modes. Journal of Agricultural Engineering. 29(1): 181-251.
12. Anonymous. 2010. FAOSTAT. Retrieved from: http://faostat.fao.org.
3. Bhole, N.G., Ball, S., Ramarao, V.V. and Wimberly, J.E. 1970. Paddy harvesting and drying studies. Mimeographed.
14. Chuanu-dom, S. and Chinsuwan, W. 2011. Effects of operating factors of axial flow rice combine harvester on grain breakage. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 33(2): 221-225.
15. De Padua, D.B. 1970. Basic principles in grain drying and milling, in Rice Production Manual, University of Philippines, College of Agricultural in cooperation with the Int. Rice Res. Inst., Manila Philippines: p. 246.
16. Harisson, H.B. 1991. Rotor power and losses of an axial-flow combine. Trans. ASAE. 34(1): 60-64.
17. Srivastava, A., Goering, C. and Rohrbach, R. 1995. Engineering Principles of Agricultural Machinery, Second edition with revision. ASAE textbook (6).
18. Ichikawa, T. and Sujiyama, T. 1986. Development of a new combine equipped with screw type threshing and separating mechanism. JARQ-Japan Agricultural Research Quarterly. 20: 31–37.