

## بررسی تأثیر روش‌های مختلف برداشت بر مقدار ضایعات دو رقم برنج در استان خوزستان

نعیم لویمی\*، عبدالعلی گیلانی و محمدرضا علیزاده\*\*

\* نگارنده مسئول، نشانی: اهواز مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ص. پ. ۳۳۴۱-۶۱۳۳۵، تلفن: ۳۷۳۳۷۳۳ (۰۶۱۱)، پیام‌نگار: n15841@yahoo.com

\*\* به‌ترتیب عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان؛ عضو هیئت علمی بخش تحقیقات برنج مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان؛ و عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات برنج کشور.

تاریخ دریافت مقاله: ۸۶/۴/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۲۲

### چکیده

برداشت نیمه‌مکانیزه و چند مرحله‌ای برنج در استان خوزستان، ضایعات و افت زیادی به دنبال دارد. برای برداشت برنج در منطقه، بسته به شرایط و امکانات، یکی از روش‌های مستقیم یا غیرمستقیم یا استفاده از یکی از کوبنده‌های میخی یا سوهانی (کمباین‌های دارای کوبنده‌های میخی و یا سوهانی) معمول است. به‌منظور بررسی اثر روش‌های مختلف برداشت (و نیز نوع کوبنده) و رقم شلتوک بر میزان ضایعات، آزمایشی به‌صورت کرت‌های نوری در قالب طرح بلوک‌ها کامل تصادفی با دو عامل (روش برداشت و رقم) و سه تکرار در سال‌های ۸۰ و ۸۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاور (خوزستان) اجرا شد. روش‌های برداشت شامل برداشت غیرمستقیم به‌علاوه کوبش با کمباین دارای کوبنده سوهانی، برداشت غیرمستقیم به‌علاوه کوبش با کمباین دارای کوبنده دندان میخی، برداشت مستقیم با کمباین دارای کوبنده سوهانی، و برداشت مستقیم با کمباین دارای کوبنده دندان میخی به عنوان فاکتور عمودی و ارقام شلتوک شامل رقم پرمحصول LD183 و رقم محلی کیفی عنبوری قرمز به‌عنوان سطوح فاکتور افقی در نظر گرفته شدند. نتایج تجزیه دو ساله مربوط به افت کمی نشان می‌دهد که بین سال، روش‌های برداشت، و اثر متقابل بین آنها تفاوت بسیار معنی‌دار وجود دارد، در حالی که بین ارقام اختلافی مشاهده نمی‌شود. با توجه به مقایسه میانگین‌ها، افت مربوط به سال اول (۳/۳۴ درصد) بیش از سال دوم (۲/۰۸ درصد) و افت کمی رقم عنبوری (۲/۷۱ درصد) کمتر از رقم LD183 (۲/۷۴ درصد) است. افت برداشت با کمباین دارای کوبنده دندان میخی به‌طور متوسط ۱/۷۳ درصد به‌دست آمد که نسبت به کوبنده سوهانی (با افت متوسط ۳/۶۸ درصد) پایین‌تر است. در هر دو رقم برنج، کمترین افت مربوط به کمباین دندان میخی است. برداشت غیرمستقیم رقم LD183 و کوبش با کمباین سوهانی با افت متوسط ۵/۴۲ درصد در سال اول و برداشت غیرمستقیم رقم عنبوری قرمز با کوبش توسط کمباین میخی و میانگین افت ۱/۴۸ درصد در سال دوم به ترتیب بیشترین و کمترین میزان افت کمی را نشان می‌دهند. از نظر افت کیفی (میزان خرد برنج) بین روش‌های برداشت اختلاف معنی‌دار مشاهده نمی‌شود ولی بین سال اختلاف بسیار معنی‌دار است و افت مربوط به سال دوم (با ۴۵/۶ درصد) از سال اول (با ۱۸/۹ درصد) بیشتر است. بین ارقام نیز افت معنی‌دار است. رقم LD183 (با متوسط ۳۴/۲ درصد) میزان خرد برنج بیشتری نسبت به رقم عنبوری قرمز (با متوسط ۲۷/۶ درصد) به دست داده است. در تمام روش‌های برداشت، رقم LD183 به‌طور نسبی میزان خرد برنج بیشتری به همراه داشته است.

### واژه‌های کلیدی

افت برداشت، برنج، کوبنده دندان میخی، کوبنده سوهانی

### مقدمه

مختلف و توسط کمباین‌هایی با کوبنده‌های متفاوت و به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم برداشت می‌کنند. به‌نظر می‌رسد با توجه به اختلاف کوبنده‌ها در جداکردن محصول

برنج مهمترین محصول تابستانه در استان خوزستان است. در چند سال اخیر این محصول را با شیوه‌های

درصد) بسیار بالا است. توجیه منابع علمی برای برداشت گندم و جو، کوبنده سوهانی (کمباین مجهز به کوبنده سوهانی) و برای برنج کوبنده دندانیه میخی است (Modarres-Razavi, 1996; Mansouri-Rad, 1993).

همچنین حداکثر تلفات مجاز کوبنده‌ها ۱ درصد اعلام شده (Hunt, 1983; Srivastava *et al.*, 1993) و برای کل قسمت‌های مختلف کمباین غلات مقدار مجاز افت ۳ تا ۵ درصد است (Mansouri-Rad, 1993).

تحقیقات ماتئوس و اسپادارو (Mathews & Spadaro, 1975) نشان می‌دهد که مقدار شکستگی نمونه‌های برداشت شده با کمباین حدود ۵ درصد بیشتر از نمونه‌های برداشت شده با دست است.

درصد خرد شدن برنج می‌تواند تحت تأثیر زمان و روش‌های برداشت، خشک کردن، و پروسه صنعتی تبدیل شامل پوست‌کنی<sup>۱</sup> و سفید کردن<sup>۲</sup> نیز تغییر کند (Shaker *et al.*, 1998).

بررسی‌های عسکری اصلی‌ارده و راسخ (Askari-Asliardeh & Rasekh, 2007) در مورد تلفات و ضایعات کوبش محصول برنج نشان می‌دهد که اثر رقم و سرعت خطی کوبنده بر درصد تلفات کوبش و اثر رقم، میزان رطوبت، و سرعت خطی کوبنده بر درصد دانه‌های آسیب دیده معنی‌دار است.

بررسی‌های ساجوان و همکاران (Sajwan *et al.*, 1992) نشان می‌دهد که تأخیر در برداشت به‌طور مستقیم و غیرمستقیم روی کیفیت و میزان برنج سالم به‌دست آمده در مرحله تبدیل تأثیر می‌گذارد. سیبیه‌مورگن و همکاران (Siebemorgen *et al.*, 1995) یکی از دلایل بروز

و نوع ضربه‌های وارده به شلتوک و نیز تفاوت میزان رطوبت دانه‌ها در هنگام برداشت، میزان افت کمی و کیفی (ترک و شکستگی دانه‌ها) بین روش‌های مختلف برداشت و ارقام متفاوت باشد.

برداشت غیرمستقیم (برداشت دستی) شامل درو دستی، هوادهی، آفتاب‌دهی چند روزه، جمع‌آوری در یک مکان، و جدا کردن به کمک کمباین با خوراندن دستی است (برداشت نیمه‌مکانیزه). در روش مستقیم، مانند برداشت گندم کمباین وارد مزرعه می‌شود و تمام مراحل درو و خرمنکوبی و جدا کردن همزمان با حرکت کمباین اجرا می‌شود (برداشت مکانیزه). متأسفانه به‌علت شرایط رطوبتی خاک در زمان برداشت (گل بودن زمین و ناممکن بودن حرکت کمباین در مزرعه)، در بیشتر مواقع برداشت مکانیزه برنج مقدور نخواهد بود و برنج به‌صورت نیمه‌مکانیزه و چند مرحله‌ای (غیرمستقیم) برداشت می‌شود. نشانه‌هایی وجود دارد که طی سال‌های ۸۰ به بعد روند برداشت مکانیزه (مستقیم) افزایش یافته و هم‌اکنون بیش از نیمی از کشاورزان بخش مرکزی استان با اعمال مدیریت‌های آبیاری در آخر دوره رشد، شرایط رطوبتی مزرعه را برای ورود کمباین مهیا و با قطع آب، زمین زراعی را خشک می‌کنند و در نتیجه برنج به‌صورت مکانیزه برداشت می‌شود.

بررسی‌های شاکر و همکاران (Shaker *et al.*, 1998) در مورد تأثیر روش‌های مختلف خرمنکوبی (کوبش) شلتوک در شکستگی دانه‌ها نشان می‌دهد که در استفاده از کمباین با کوبنده سوهانی، شکستگی دانه‌ها ۱۷/۳ درصد است که نسبت به شکستگی دانه‌ها به هنگام برداشت غیرمستقیم و جداسازی (خرمنکوبی) با ضربه‌های چوب دستی (۹/۷ درصد) یا جداسازی با عبور تراکتور (۱۱)

بررسی تأثیر روش‌های مختلف برداشت بر مقدار ضایعات دو رقم ...

خرمنکوبی محصول برنج باید در شرایط مناسب رطوبتی انجام گیرد، وگرنه تلفات ممکن است تا ۵ درصد افزایش یابد.

در این طرح، هدف اساسی بررسی و مقایسه تأثیر روش‌های مختلف برداشت و نوع کوبنده‌ها بر میزان افت کمی و کیفی (خردشدگی) برنج است تا با برآورد میزان افت‌ها، بهترین حالت که متضمن کمترین ضایعات باشد، مشخص و توصیه شود.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت آزمایش کرت‌های انواری با دو فاکتور روش برداشت در چهار سطح شامل: ۱- برداشت غیرمستقیم به علاوه جداسازی دانه با کمباین مجهز به کوبنده سوهانی، ۲- برداشت غیرمستقیم به علاوه جداسازی دانه با کمباین مجهز به کوبنده دندان میخی، ۳- برداشت مستقیم با کمباین مجهز به کوبنده سوهانی، و ۴- برداشت مستقیم با کمباین مجهز به کوبنده دندان میخی به عنوان عامل عمودی و فاکتور رقم شامل ارقام LD183 و عنبوری قرمز به صورت عامل افقی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در هشت تیمار و سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی شاوور (خوزستان) به مدت دو سال اجرا شد.

دو رقم مورد آزمایش از نظر خصوصیات فیزیولوژیکی، مرفولوژیکی، و ابعادی کاملاً متفاوت‌اند. رقم عنبوری قرمز، رقمی است محلی به طول حدود ۷-۶ میلی‌متر و به عرض حدود ۲ میلی‌متر که نسبت به رقم اصلاح شده LD183 (به طول حدود ۱۰-۸ میلی‌متر و عرض حدود ۳ میلی‌متر) کوچک‌تر است. بنابراین تأثیر این دو رقم بر میزان افت در روش‌های مختلف برداشت قابل بررسی است.

تنش‌های محیطی و ایجاد ترک در دانه برنج را که باعث افزایش ضایعات در مرحله تبدیل برنج می‌شود، تأخیر در عملیات برداشت به هنگام می‌دانند.

ماساتو (Masato, 1980) با بررسی عملکرد مزرعه‌ای کمباینی از نوع سر تغذیه (Head-Feed) که برای برداشت مستقیم به کار می‌رود اعلام کردند که میزان ضایعات کلی این ماشین کمتر از ۲ درصد ولی درصد دانه‌های آسیب‌دیده (شکسته و پوست‌کنده) در مخزن دانه و همچنین درصد مواد خارجی (کاه‌ریز و ...) کمتر از ۰/۵ درصد است.

بررسی‌ها در کشور ژاپن نشان می‌دهد که یکی از عوامل مهم در کاهش جوانه‌زنی در مرحله تهیه خزانه برنج، صدماتی است که در مرحله برداشت بر دانه وارد می‌شود (Lchikawa & Sugiyama, 1980).

محققان مؤسسه ملی آزمون ماشین‌های کشاورزی ژاپن، حداکثر مجاز شکستگی دانه برنج را برای ماشینی که می‌خواهد از آزمون بگذرد ۱ درصد اعلام کرده‌اند (Masato, 1980).

دات و آنامالی (Datt & Annamalai, 1991) در طراحی و ساخت خرمنکوب با کوبنده دندان میخی خود، سرعت خطی کوبنده را ۱۷ متر بر ثانیه در نظر گرفته‌اند. نتایج آزمایش دستگاه روی محصول برنج با رطوبت ۱۶ تا ۲۵ درصد و با میزان تغذیه ۱/۸ تا ۳ تن بر ساعت، نشان می‌دهد که میزان دانه‌های کوبیده نشده از ۰/۰۲ تا ۰/۰۷ درصد متغیر است.

رطوبت موجود در محصول از عوامل مؤثر بر عملکرد خرمنکوبی است. تحقیقات آرایلو و همکاران (Araullo et al., 1976) نشان می‌دهد که برداشت و

کمباین مربوط به آن قطعه جمع‌آوری (کیسه‌گیری) و سپس دانه‌های پرتابی و خوشه‌های کوبیده نشده از کلش، تفکیک و جداگانه توزین شد تا افت‌های مربوط محاسبه شود. دانه‌های پرتابی و خوشه‌های کوبیده نشده به‌علت ماهیت متفاوتشان به‌صورت افت جداگانه محاسبه شدند تا بعداً مورد تجزیه و تحلیل آماری و بحث قرار گیرند. افت مربوط به هد کمباین (افت چرخ و فلک و واحد برش) فقط در روش مستقیم برداشت وجود دارد و به دلیل اینکه مقایسه این شاخص در دو روش مستقیم و غیرمستقیم مقدور نبود، این موضوع در این مقاله حذف گردید. در مقابل افت هد کمباین در روش مستقیم، افت درو دستی، جمع‌آوری، و انتقال محصول در روش غیرمستقیم وجود دارد که مقایسه کامل آنها تحقیق جامع‌تری می‌طلبد. به هر حال، روش‌های مستقیم و غیرمستقیم از نظر میزان افت دانه‌های پرتابی، خوشه‌های کوبیده نشده (دانه‌های جدانشده)، مجموع این دو افت، و نیز از نظر افت کیفی (شکستگی دانه) مقایسه و ارزیابی شدند.

تمام اندازه‌گیری مربوط به افت‌های کمی بر اساس وزن است که جهت تبدیل به درصد، عملکرد قطعات ۴۵ متر مربعی (۴/۵×۱۰ متر) که در هر کرت انتخاب شد ملاک قرار گرفت. عملکرد هر قطعه شامل عملکرد خالص (در مخزن کمباین) به اضافه مجموع تمام افت‌هاست که در کسرهای محاسبه درصد افت لحاظ شده است:

اندازه کرت‌ها با توجه به شکل طرح (کرت‌های نواری) و همچنین با توجه به تیمارهای اعمال شده، ۲۰×۸ متر در نظر گرفته شد. محصول در زمان مناسب (رطوبت ۲۰-۲۲ درصد) برداشت شد. قبل از به‌کارگیری کمباین، در کرت‌ها کل‌گیری اجرا شد تا عملکرد، اجزای عملکرد، و نیز نسبت وزنی مواد غیردانه‌ای به دانه خالص<sup>۱</sup> (MOG/G) مشخص شود. تنظیمات ماشین‌ها نظیر سرعت پیشروی، سرعت دورانی چرخ و فلک، شدت باد و جهت آن، سرعت دورانی کوبنده، فاصله کوبنده با ضد کوبنده، و نیز قطر سوراخ‌های الک‌ها مطابق دفترچه راهنمای ماشین و با توجه به شرایط محصول از نظر رطوبت و تراکم (میزان تغذیه) طوری انجام گرفت که با توجه به بررسی‌های مداوم از قسمت‌های مختلف دستگاه‌ها در هنگام اجرای عملیات، افت کمی (دانه پرتابی و خوشه کوبیده نشده) و میزان شکستگی دانه‌ها در مخزن ماشین به حداقل برسد.

برای تعیین افت کمی مربوط به پشت کمباین شامل دانه‌های جدا نشده از خوشه‌ها (خوشه‌هایی که کاملاً کوبیده نشده‌اند) و نیز دانه‌های پرتاب شده که در کلش خروجی وجود دارند با توجه به منابع (Hunt, 1983; Srivastava et al., 1993) بدین صورت عمل شد که ابتدا در هر کرت یک قطعه ۴/۵×۱۰ متر (۴/۵ متر بر اساس عرض هد کمباین) مشخص و بعد از درو کردن و جداسازی دانه‌ها چه به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم، کل خروجی (کلش، خرده‌کاه، دانه و...) پشت

$$(1) \quad \text{وزن دانه‌های پرتاب‌شده جدا شده از کیسه‌گیری پشت کمباین مربوط به قطعه انتخابی} \times 100 = \frac{\text{عملکرد قطعه انتخابی کرت}}{\text{پشت کمباین}} \times 100$$

بررسی تأثیر روش‌های مختلف برداشت بر مقدار ضایعات دو رقم ...

$$(2) \times 100 = \frac{\text{وزن دانه‌های خوشه‌های کوبیده نشده جدا شده از کیسه‌گیری پشت کمباین مربوط به قطعه انتخابی}}{\text{عملکرد قطعه انتخابی کرت}} \times 100 = \frac{\text{درصد افت دانه‌های جدا نشده}}{\text{از خوشه در پشت کمباین}}$$

به‌خصوص در مراحل اولیه رشد، و رعایت تاریخ کاشت می‌تواند باشد که متاسفانه در سال اول در در زمان کشت تأخیر شد. با این همه، نتایج به‌دست آمده در مورد افت‌های مختلف بین روش‌های مورد ارزیابی در دو سال مشابه بود که این مسئله بر قوت نتایج تأکید می‌کند. رقم پر محصول LD183 با عملکرد متوسط ۶۵۴۰ کیلوگرم در هکتار بر رقم محلی عنبوری قرمز با میانگین ۳۷۶۰ کیلوگرم در هکتار برتری داشت (جدول ۲).

با توجه به مزیت‌های ارقام پر محصول نسبت به ارقام محلی از نظر پتانسیل پنجه‌زنی و کودپذیری بالا، ساختار هندسی مناسب، راندمان فتوسنتزی بالا و تنفس کمتر، و مقاومت به ورس نتیجه به‌دست آمده کاملاً منطقی است. میانگین‌ها بیانگر آن است که میزان تغییرات تولید دانه در ارقام کاملاً متأثر از سال آزمایش است و افزایش عملکرد دانه هر دو رقم در سال دوم، میزان این افزایش کاملاً متفاوت است؛ به مفهومی دیگر، عملکرد رقم محلی عنبوری قرمز، از ۲۷۰۷ هکتار به ۴۸۱۳ کیلوگرم در هکتار رسید (۷۸ درصد افزایش) در حالی که در رقم پر محصول LD183 این افزایش ۱۴۰ درصد است (از ۳۸۱۸ به ۹۲۶۳ کیلوگرم در هکتار) (جدول ۳).

در خصوص اثر متقابل سال و روش‌های برداشت، به رغم برتری عملکرد دانه در تمامی روش‌های برداشت در سال دوم، بیشترین تولید دانه مربوط به روش برداشت مستقیم با کمباین دارای کوبنده میخی با متوسط ۷۷۰۸ کیلوگرم در هکتار است که در مقایسه با روش برداشت مستقیم کمباین دارای کوبنده سوهانی (با متوسط ۶۶۶۷ کیلوگرم در هکتار)، ۱۰۴۳ کیلوگرم در هکتار بیشتر است (جدول ۳). در خصوص اثر متقابل رقم و روش‌های برداشت، جدول ۳ نشان می‌دهد که برداشت مستقیم با کمباین دارای کوبنده میخی عملکرد دانه را در هر دو رقم

برای اندازه‌گیری افت کیفی و به عبارتی تأثیر روش برداشت مستقیم یا غیرمستقیم و نوع ماشین (کمباین میخی یا سوهانی) بر ضایعات مربوط به شکستگی دانه‌ها، از هر تیمار سه نمونه (از هر کرت یک نمونه) تهیه و بعد از کدگذاری به مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) فرستاده شد تا به کمک تجهیزات موجود در آن مؤسسه (آسیاب آزمایشگاهی (پوست کن و سفیدکن) و الک‌های مخصوص) درصد شکستگی نمونه‌ها اندازه‌گیری شود.

به دلیل ماهیت محاسبه اطلاعات مربوط به افت دانه پرتابی، افت دانه جدا شده، افت کل، و میزان خرد برنج که به‌صورت درصد بیان شده‌اند و همچنین به دلیل نرمال نبودن، غیر یکنواختی واریانس‌ها، و عدم استقلال آنها و رعایت فرضیه‌های مربوط به درستی و تجزیه واریانس، طبق توصیه منابع آماری روی داده‌ها تبدیل جذری صورت گرفت، تجزیه مرکب انجام شد، و میانگین‌ها نیز به‌روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

## نتایج و بحث عملکرد دانه

نتایج تجزیه مرکب نشان می‌دهد که از نظر عملکرد دانه بین سال‌های آزمایش، ارقام، و اثر متقابل سال و رقم تفاوت بسیار معنی‌داری است در حالی که در سایر موارد اختلافی مشاهده نمی‌شود (جدول ۱). با توجه به مقایسه میانگین‌ها، میزان تولید دانه شلتوک در سال دوم با متوسط ۷۰۳۸ کیلوگرم در هکتار نسبت به سال اول با میانگین ۳۲۶۳ کیلوگرم در هکتار به مقدار ۱۱۵ درصد افزایش داشته است (جدول ۲). صرف نظر از عوامل اقلیمی، این اختلاف عملکرد بیشتر ناشی از مدیریت و مراقبت مزرعه‌ای بهتر از نظر تسطیح و استقرار بذر و گیاهچه، کنترل ورود و خروج آب، مبارزه با علف‌های هرز

بیشتر و تلفات را کمتر کرده است.

دانه در زمان برداشت) بستگی دارد. در این بررسی مشخص شد که اثر سال، اثر متقابل رقم و روش برداشت، و نیز اثر همزمان سه فاکتور بسیار معنی‌دار و اثر رقم و اثر متقابل آن با سال روی این صفت معنی‌دار است در حالی که بین روش‌های برداشت و اثر متقابل آن با سال اختلافی از نظر آماری مشاهده نمی‌شود (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که میزان شکستگی دانه برنج در سال دوم با متوسط ۴۵/۶ درصد به مراتب بیشتر از سال اول آزمایش با میانگین ۱۸/۹ درصد است (جدول ۲). در بین ارقام نیز رقم LD183 با متوسط ۳۴/۲ درصد میزان خرده برنج بیشتری به‌جا گذاشته است (جدول ۲). در موضوع اثر متقابل رقم و سال، علاوه بر بالا بودن درصد شکستگی دانه برنج، در هر دو رقم در سال دوم آزمایش، میزان خرده برنج رقم عنبوری قرمز در هر دو سال آزمایش کمتر از رقم LD183 است (جدول ۳). منابع مختلف نیز ذکر کرده‌اند که عوامل زیادی در میزان خرده شدن برنج مؤثرند و اختلاف زیاد بین سال اول و دوم در این مورد می‌تواند ناشی از این مسائل از جمله تفاوت در شرایط آب و هوایی و اختلاف در زمان کشت در دو سال باشد. مهم تر از این، به نظر می‌رسد که وجود نسبی کلش بیشتر و دانه کمتر در سال اول به کاهش ضربات کوبنده‌ها به دانه‌ها کمک کرده است. بین روش‌های مختلف برداشت، به‌طور نسبی برداشت مستقیم با کمباین دارای کوبنده میخی با متوسط ۲۸/۹ درصد، با میزان خرده برنج کمتری همراه است (جدول ۲). کوبنده سوهانی عمدتاً از طریق سایش دانه در محل اتصال به محور اصلی گل‌آذین باعث جداسازی آن می‌شود و برای گل‌آذین‌های سنبله (مانند گندم) طراحی شده است که در این گل‌آذین‌ها سنبلچه‌ها با محور بسیار کوتاه به محور اصلی سنبله متصل‌اند لذا در صورت

متغیر اصلی مورد بررسی در این طرح، افت در مراحل و در شکل‌های مختلف آن در اثر اعمال تیمارهاست که نتایج اندازه‌گیری‌های آن به‌صورت کامل بحث خواهد شد. صفات زراعی (عملکرد دانه، تعداد خوشه، ارتفاع بوته و...) و نتایج اندازه‌گیری‌های آنها که در ابتدا مورد بحث قرار گرفته‌اند، بیشتر در جهت نشان دادن شرایط آزمایش و تأثیر احتمالی آنها در خطای آزمایش که ناشی از یکنواخت نبودن این صفات در تکرارهای هم‌ردیف و در نتیجه تأثیر آنها بر شرایط برداشت و کوبش است، آورده شده‌اند.

در موضوع اثر همزمان سه فاکتور (سال، رقم، و روش‌های برداشت)، علاوه بر افزایش قابل توجه تولید دانه در تمامی تیمارها در سال دوم، بیشترین عملکرد دانه با متوسط ۱۰۰۸۳ کیلوگرم در هکتار از رقم LD183 و برداشت با کمباین دارای کوبنده میخی به‌دست آمد که در مقایسه با برداشت مستقیم همین رقم با کمباین دارای کوبنده سوهانی (با متوسط ۸۵۸۳ کیلوگرم در هکتار) به مقدار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش تولید نشان می‌دهد. در حالی که در رقم محلی عنبوری قرمز میزان این اختلاف به ۵۸۳ کیلوگرم در هکتار می‌رسد که تا حدود زیاد می‌تواند ناشی از ریزش طبیعی و جداسازی آسان‌تر دانه در ارقام محلی نسبت به ارقام پرمحصول باشد (جدول ۴).

### میزان خرده برنج (افت کیفی)

درصد شکستگی دانه برنج (خرده برنج) یکی از جنبه‌های فیزیکی و کیفی دانه، همان‌طور که منابع مختلف ذکر کرده‌اند به عوامل زیادی از جمله خصوصیات رقم، عوامل اقلیمی، و عوامل مدیریتی طی فصل رشد گیاه (مانند درصد رطوبت، میزان رسیدگی، و یکنواختی در رسیدگی

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس مرکب پارامترهای مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد خوشه (تعداد در متر مربع)	تعداد دانه در خوشه (تعداد)	افت دانه پرتابی (درصد)	افت دانه جدا نشده (درصد)	افت کل (درصد)	شکستگی دانه برنج (درصد)
سال (y)	۱	۱۷۰۹۷۳۵۲۶**	۴۶۳۷۶/۳**	۲۹۷۵۰/۵**	۲/۲۶۵**	۸/۲۸۱**	۱۱/۵۹**	۶۷/۸۱۱**
تکرار × سال	۴	۲۷۹۸۲۵/۷	۹۸/۱۵	۴۴۸/۲۹	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۲۰۹
رقم (v)	۱	۹۲۷۷۱۳۸۲/۵**	۲۷۱۵۰۲/۱**	۲۶۸۵*	۰/۳۲۳**	۰/۳۹۱**	۰/۰۵۱	۳/۹۹۲*
رقم × سال	۱	۳۳۴۴۸۴۳۲**	۱۳۴۶۲۰/۱**	۲۰/۰۲	۰/۵۵۶**	۰/۰۲۹	۰/۰۸۸**	۳/۲۳۸*
خطای (a)	۴	۵۶۵۹۹۴/۲	۳۱۱/۴	۲۳۸/۸۵	۰/۰۰۲	۰/۰۶۰	۰/۰۰۳	۰/۲۳۸
روش برداشت (h)	۳	۴۷۴۳۱۴/۶	۷۸/۸۳	۲۸۸/۶۹	۲/۴۲۳**	۵/۴۶۴**	۹/۰۱**	۰/۲۸۳
روش برداشت × سال	۳	۸۶۲۶۲۸/۴	۷۷/۰۴*	۱۷۵/۰۸**	۰/۳۵۱**	۱/۴۷۴**	۱/۶**	۰/۱۶۸
خطای (b)	۱۲	۱۲۸۶۱۲۹/۲	۲۰۳/۵۹	۴۲۲/۳۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۰/۰۰۷	۰/۱۶۰
روش برداشت × رقم	۳	۳۸۰۰۶۶/۱	۷۱۴/۴۷	۹۸۴/۲۴*	۰/۱۲۹**	۰/۰۱۶**	۰/۰۴۶**	۲/۲۴۷**
روش برداشت × رقم × سال	۳	۲۶۳۷۸۲/۷	۸۴۰/۰۳	۶۶۵/۴۷	۰/۰۴۰**	۰/۰۷۶**	۰/۱۰۷**	۱/۸۴۲**
خطای (ab)	۱۲	۷۱۴۲۴۱/۴	۳۲۷/۵۶	۱۹۵/۴۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۱۵۱
ضریب تغییرات (درصد)		۱۶/۴۱	۵/۰۹	۱۰/۸۵	۳/۰۲	۱/۹	۲/۴۲	۶/۹۳

\*\* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، \* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین دو ساله پارامترهای مختلف در سطوح عوامل مورد مطالعه

شکستگی دانه برنج (درصد)	افت کل (درصد)	افت دانه جدا نشده (درصد)	افت دانه پرتابی (درصد)	تعداد دانه در خوشه (تعداد)	تعداد خوشه (تعداد در متر مربع)	عملکرد		عامل
						دانه (کیلوگرم در هکتار)	دانه	
۱۸/۹ b	۳/۳۴ a	۱/۹ a	۱/۴۴ a	۱۵۴ a	۳۲۴ b	۳۲۶۳ b	اول (۱)	سال (y)
۴۵/۶a	۲/۰۸ b	۱/۰۷ b	۱/۰۱ b	۱۰۴ b	۳۸۷ a	۷۰۳۸ a	دوم (۲)	
۲۷/۷b	۲/۷۱ a	۱/۴ b	۱/۳۱ a	۱۳۶ a	۲۸۰ b	۳۷۶۰ b	عنبروری قرمز (V1)	رقم (V)
۳۴/۲ a	۲/۷۴ a	۱/۶ a	۱/۱۴ b	۱۲۱ b	۴۳۱ a	۶۵۴۰ a	LD183 (V2)	
۳۲/۷ a	۳/۷۷ a	۲/۱ a	۱/۶۷ a	۱۲۹ a	۳۵۳ a	۵۱۵۶ ab	سوهانی غیر مستقیم (h1)	روش
۳۱/۹ a	۱/۶۷ b	۰/۸۱ b	۰/۸۶ b	۱۳۴ a	۳۵۳ a	۵۰۷۱ b	میخی غیر مستقیم (h2)	
۲۹/۹ a	۳/۶ a	۲/۰۴ a	۱/۵۶ a	۱۳۰ a	۳۵۶ a	۴۹۵۳ b	سوهانی مستقیم (h3)	برداشت (h)
۲۸/۹ a	۱/۸ b	۰/۹۹ b	۰/۸۱ b	۱۲۲ a	۳۵۹ a	۵۴۲۱ a	میخی مستقیم (h4)	

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.  
V = سطح عمودی، h = سطح افقی



جدول ۳- مقایسه میانگین دو ساله پارامترهای مختلف مربوط به اثر متقابل دو عاملی

شکستگی دانه برنج (درصد)	افت کل (درصد)	افت دانه جدا نشده (درصد)	افت دانه پرتابی (درصد)	تعداد دانه در خوشه (تعداد در متر مربع)	تعداد خوشه (تعداد متر مربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	اثر متقابل	
۱۸/۷ d	۳/۴۱ a	۱/۷۸ b	۱/۶۳ a	۱۶۲ a	۳۰۲ c	۲۷۰۷/۴ d	V1	۱
۱۹/۲ d	۳/۲۷ a	۲/۰۲ a	۱/۲۵ b	۱۴۶ a	۳۴۷ b	۳۸۱۸/۳ c	V2	۱
۳۸/۴ ab	۲/۰۲ c	۱/۰۴ d	۰/۹۸ d	۱۱۱ b	۲۵۸ d	۴۸۱۳ b	V1	۲
۵۳/۴ a	۲/۱۷ b	۱/۱۴ c	۱/۰۳ c	۹۷ b	۵۱۵ a	۹۲۶۳ a	V2	۲
۲۰/۱ cd	۴/۸۱ a	۲/۷۸ a	۲/۰۳ a	۱۵۳ a	۳۳۱ c	۳۳۷۸ c	h1	۱
۱۹/۳ d	۱/۷۷ f	۰/۸۲ d	۰/۹۵ e	۱۵۴ a	۳۲۴ c	۳۳۰۰ c	h2	۱
۱۷/۶ d	۴/۶۹ b	۲/۷۷ a	۱/۹۲ b	۱۵۸ a	۳۲۶ c	۳۲۴۰ c	h3	۱
۱۸/۹ d	۲/۱ e	۱/۲۴ c	۰/۸۶ f	۱۴۹ a	۳۱۷ c	۳۱۳۴ c	h4	۱
۴۸/۲ a	۲/۷۲ c	۱/۴۱ b	۱/۳۱ c	۱۰۶ b	۳۷۶ b	۶۹۳۳ b	h1	۲
۴۷/۷ a	۱/۵۸ g	۰/۸۱ d	۰/۷۷ g	۱۱۴ b	۳۸۳ ab	۶۸۴۲ b	h2	۲
۴۵/۶ a	۲/۴۸ d	۱/۳ c	۱/۱۸ d	۱۰۲ b	۳۸۷ ab	۶۶۶۷ b	h3	۲
۴۰/۹ ab	۱/۵۲ g	۰/۷۵ d	۰/۷۷ g	۹۴ b	۴۰۰ a	۷۷۰۸ a	h4	۲
۳۱/۳ b	۳/۷۱ a	۲/۰۴ b	۱/۶۷ b	۱۴۱ ab	۲۷۲ b	۳۶۰۵ b	h1	V1
۳۳/۹ b	۱/۶۷ e	۰/۷۵ f	۰/۹۲ d	۱۵۰ a	۲۸۶ b	۳۷۰۲ b	h2	V1
۲۱/۳ cd	۲/۷۱ b	۱/۹۳ c	۱/۷۸ a	۱۳۶ abc	۲۸۶ b	۳۸۰۵ b	h3	V1
۲۵/۲ c	۱/۷۱ e	۰/۸۶ e	۰/۸۵ e	۱۱۸ c	۲۷۶ b	۳۹۲۹ b	h4	V1
۳۴/۱ b	۳/۸۲ a	۲/۱۵ a	۱/۶۷ b	۱۱۷ c	۴۳۴ a	۶۷۰۶ a	h1	V2
۲۹/۹ bc	۱/۶۷ e	۰/۸۸ e	۰/۷۹ e	۱۱۸ c	۴۲۰ a	۶۴۴۰ a	h2	V2
۴۰/۱ ab	۳/۴۶ c	۲/۱۴ a	۱/۳۲ c	۱۲۴ bc	۴۲۷ a	۶۱۰۲ a	h3	V2
۳۳/۱ b	۱/۹۱ d	۱/۱۳ d	۰/۷۸ e	۱۲۷ bc	۴۴۲ a	۶۹۱۴ a	h4	V2

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین دو ساله پارامترهای مختلف مربوط به اثر متقابل سه عاملی

شکستگی دانه برنج (درصد)	افت کل (درصد)	افت دانه جدا نشده (درصد)	افت دانه پرتابی (درصد)	تعداد دانه در خوشه (تعداد)	تعداد خوشه (تعداد در متر مربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	اثر متقابل		
							سال	رقم	روش برداشت
۱۹/۵ de	۴/۹۲ b	۲/۷۰ b	۲/۲۲ a	۱۶۷ ab	۳۰۱ ef	۲۸۴۳ de	h1	۱	۱
۲۰/۱ d	۱/۸۷ g	۰/۷۶ i	۱/۱۱ fg	۱۷۵ a	۳۰۱ ef	۲۶۰۴ e	h2	۱	۱
۱۷/۱ e	۴/۹۷ b	۲/۷۱ b	۲/۲۶ a	۱۷۱ ab	۳۰۹ de	۲۸۵۹ de	h3	۱	۱
۱۸/۲ e	۲/۰۱ g	۰/۹۷ g	۰/۹۴ h	۱۳۵ cd	۲۹۸ ef	۲۵۲۴ e	h4	۱	۱
۲۰/۸ d	۵/۴۲ a	۲/۸۵ a	۱/۸۴ b	۱۳۸ cd	۳۶۱ c	۳۹۱۲ bcde	h1	۲	۱
۱۸/۵ e	۱/۶۷ h	۰/۸۸ h	۰/۷۹ i	۱۳۳ cd	۳۴۷ c	۳۹۹۷ bcde	h2	۲	۱
۱۷/۹ e	۴/۴ c	۲/۸۲ a	۱/۵۸ c	۱۴۶ bc	۳۴۲ cd	۳۶۲۰ cde	h3	۲	۱
۱۹/۶ de	۲/۲۸ f	۱/۵۰ c	۰/۷۸ ij	۱۶۵ ab	۳۳۶ cd	۳۷۴۴ bcde	h4	۲	۱
۴۶/۱ b	۲/۵ e	۱/۳۸ e	۱/۱۲ f	۱۱۶ def	۲۴۵ g	۴۳۶۷ bcd	h1	۱	۲
۵۱/۳ b	۱/۴۸ i	۰/۷۴ i	۰/۷۴ j	۱۲۵ cde	۲۷۲ fg	۴۸۰۰ bc	h2	۱	۲
۲۶/۱ cd	۲/۴۵ e	۱/۱۴ f	۱/۳۱ e	۱۰۲ ef	۲۶۳ g	۴۷۵۰ bc	h3	۱	۲
۳۳/۱ c	۱/۵۱ i	۰/۷۶ i	۰/۷۵ ij	۱۰۰ ef	۲۵۳ g	۵۳۳۲ b	h4	۱	۲
۵۰/۶ b	۲/۹۴ d	۱/۴۵ d	۱/۴۹ d	۹۶f	۵۰۶ b	۹۵۰۰ a	h1	۲	۲
۴۳/۹bc	۱/۶۷ h	۰/۸۷ h	۰/۸۰ i	۱۰۲ ef	۴۹۴ b	۸۸۸۳ a	h2	۲	۲
۷۰/۷ a	۲/۵۳ e	۱/۴۷ cd	۱/۰۶ g	۱۰۲ef	۵۱۱ b	۸۵۸۳ a	h3	۲	۲
۴۹/۸ b	۱/۵۳ i	۰/۷۵ i	۰/۷۸ ij	۸۹ f	۵۴۷ a	۱۰۰۸۳ a	h4	۲	۲

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

بررسی تأثیر روش‌های مختلف برداشت بر مقدار ضایعات دو رقم ...

بیشترین افت مربوط به رقم عنبوری قرمز با متوسط  $1/63$  درصد در سال اول است. در بین روش‌های برداشت، جدول ۲ نشان می‌دهد که میزان افت در کمباین‌های دارای کوبنده میخی، پایین است اما برداشت غیرمستقیم با کمباین دارای کوبنده سوهانی با متوسط  $1/67$  درصد و برداشت مستقیم با کمباین دارای کوبنده میخی با میانگین  $0/81$  درصد به ترتیب بیشترین و کمترین میزان تلفات دانه را دارند (جدول ۲).

درخصوص اثر همزمان سال و روش‌های برداشت، در هر دو سال اجرای آزمایش، کمترین تلفات مربوط به روش‌های برداشت غیرمستقیم با کمباین دارای کوبنده میخی است به طوری که برداشت غیرمستقیم با کمباین دارای کوبنده سوهانی در سال اول با متوسط  $2/03$  درصد و برداشت مستقیم با کمباین دارای کوبنده میخی در سال دوم با میانگین  $0/77$  درصد به ترتیب بیشترین و کمترین میزان افت را داشته‌اند (جدول ۳).

در زمینه اثر متقابل روش‌های برداشت و رقم، علاوه بر افت بیشتر در رقم عنبوری قرمز در تمامی روش‌های برداشت نسبت به رقم LD183، برداشت‌های غیرمستقیم و مستقیم دو رقم با کمباین دارای کوبنده میخی، میزان افت نسبت به کمباین دارای کوبنده سوهانی کمتر است (جدول ۳). در زمینه اثر همزمان سه فاکتور، جدول ۴ نشان می‌دهد که میزان تلفات ارقام در تمامی روش‌های برداشت در سال دوم، کمتر است ضمن آنکه بیشترین تلفات مربوط است به برداشت مستقیم رقم عنبوری قرمز با کمباین دارای کوبنده سوهانی در سال اول (با متوسط  $2/26$  درصد) و کمترین تلفات مربوط است به برداشت غیرمستقیم رقم عنبوری قرمز با کمباین دارای کوبنده میخی در سال دوم (با متوسط  $0/74$  درصد) (جدول ۴).

استفاده از این نوع ماشین برداشت برای برنج با گل‌آذین خوشه که در آن دانه با انشعاب‌های ثانویه کوتاه<sup>۱</sup> و از طریق انشعاب اولیه<sup>۲</sup> به محور اصلی گل‌آذین متصل است و این انشعاب‌ها حالت آویزان و خوشه مانند دارند، انتظار افزایش تلفات به صورت خرده‌برنج منطقی است.

در مورد اثر همزمان سال و روش‌های برداشت، میزان خرده برنج در تمامی روش‌های برداشت و در سال دوم آزمایش به مراتب بیشتر از سال اول است (جدول ۳). همچنین در مورد اثر متقابل رقم و روش‌های برداشت، در تمام روش‌های برداشت، رقم LD183 درصد خرده بیشتری باقی گذاشته است (جدول ۳).

#### افت دانه پرتابی با کلش

این صفت، که با اندازه‌گیری وزن دانه‌های پرتابی موجود در بین کلش‌های خروجی از پشت کمباین و بر اساس رابطه ۱ محاسبه می‌شود، در واقع بیشتر مربوط به واحد جدا کننده (کاه‌پران) و تا حدودی ناشی از تنظیم جهت و مقدار باد (فن کمباین)، مقدار خوراک‌دهی، و نسبت مواد غیر دانه‌ای به دانه‌ای است (Modarres-Razavi, 1996; Mansouri-Rad, 1993). نتایج تجزیه، بیانگر آن است که اثر تمامی عوامل مورد بررسی روی این صفت بسیار معنی‌دار است (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که تلفات در سال اول با متوسط  $1/44$  درصد به مراتب بیشتر از سال دوم با میانگین  $1/01$  درصد است. و بین ارقام نیز، رقم عنبوری قرمز با متوسط  $1/31$  درصد افت بیشتری دارد تا رقم LD183 با متوسط  $1/14$  درصد (جدول ۲).

در زمینه اثر متقابل سال و رقم، جدول ۳ نشان می‌دهد که هر دو رقم در سال دوم، افت کمتر داشتند اما

## افت دانه جدا نشده

این نوع افت که از طریق اندازه‌گیری وزن دانه کلبه خوشه‌های کوبیده نشده و نیم‌کوب موجود در کلهش‌های خروجی پشت کمباین و با استفاده از رابطه ۲ محاسبه می‌شود در واقع نشان دهنده میزان افت کار کوبنده و ضدکوبنده است و به افت کوبش معروف است. بنابراین، برآورد این افت از جهت تعیین نوع کوبنده کمباین اهمیت زیاد دارد. نتایج تجزیه مرکب نشان می‌دهد که به جز معنی‌دار نبودن اثر متقابل سال و رقم، سایر عوامل دارای اثری بسیار معنی‌دار روی این صفت هستند (جدول ۱).

با توجه به میانگین‌های به دست آمده در سال اول اجرای آزمایش، میزان افت با متوسط ۱/۹ درصد به مراتب بیشتر از سال دوم با میانگین ۱/۰۷ درصد است (جدول ۲). در میان ارقام، رقم LD183 با متوسط ۱/۶ درصد نسبت به رقم محلی عنبوری قرمز با میانگین ۱/۴ درصد افت معنی‌دار بیشتری دارد (جدول ۲). با توجه به اتصال ضعیف‌تر دانه به خوشه در رقم عنبوری قرمز، دستیابی به نتیجه مزبور کاملاً منطقی است. همچنین، میزان افت در هر دو رقم در سال دوم آزمایش بسیار کمتر از سال اول است که در این میان رقم عنبوری قرمز در هر دو سال افت پایین‌تری دارد. بین روش‌های مختلف برداشت، کمترین افت مربوط به کمباین دارای کوبنده میخی است در حالی که کمباین سوهانی در مقایسه با کمباین میخی بیش از ۱۰۰ درصد افت دارد (جدول ۲).

در مورد اثر متقابل روش‌های برداشت و سال، در هر دو سال، افت کمباین میخی نسبت به کمباین سوهانی کمتر است. و کمترین مقدار آن نیز در برداشت مستقیم با

کمباین میخی در سال دوم با متوسط ۰/۷۵ درصد مشاهده می‌شود (جدول ۳). در زمینه اثر همزمان رقم و روش‌های برداشت، در هر دو رقم، برداشت‌های مستقیم یا غیرمستقیم آنها با کمباین میخی، افت کمتر دارد ضمن آنکه افت رقم عنبوری قرمز در تمامی روش‌های برداشت، کمتر است (جدول ۳).

با توجه به اختلاف کمباین‌ها از نظر نوع کوبنده‌ها، می‌توان گفت که کوبنده میخی با ماهیت ضربه‌زنی خود جهت جداسازی نسبت به کوبنده سوهانی که بیشتر بر اساس سایش دانه‌ها را جدا می‌کنند برای برنج بهتر است. در خصوص اثر همزمان سه فاکتور، کمترین افت مربوط به برداشت غیرمستقیم رقم عنبوری قرمز و جداسازی دانه با کمباین دارای کوبنده میخی، است که متوسط آن ۰/۷۴ درصد در سال دوم آزمایش است (جدول ۴).

## افت کمی کل

نتایج این بررسی نشان داد که افت کل در بین ارقام معنی‌دار نیست ولی اثر سال، روش‌های برداشت، و اثر متقابل بین آنها بسیار معنی‌دار است (جدول ۱).

افت کل مربوط به سال اول با متوسط ۳/۳۴ درصد بیشتر از افت کل سال دوم با ۲/۰۸ درصد است. در ارقام نیز مقدار متوسط افت کمی کل ۲/۷۲ درصد است. میزان افت کمی کل ارقام در سال اول به مراتب بیشتر از سال دوم است (جدول ۲). در بین روش‌های برداشت نیز برداشت با کمباین میخی با افت متوسط (افت کمی کل متوسط بین دو روش مستقیم و غیرمستقیم) ۱/۷۳ درصد در مقایسه با کمباین سوهانی با افت متوسط ۳/۶۸ درصد

بررسی تأثیر روش‌های مختلف برداشت بر مقدار ضایعات دو رقم ...

این رقم بیش از ۲ درصد است (جدول ۲). کمتر بودن افت کمی کوبنده میخی نسبت به کوبنده سوهانی، با توجه به ماهیت روش کوبش در دو کوبنده، قابل تحلیل است. کوبش در کوبنده دندان میخی فقط در اثر ضربه اما در کوبنده سوهانی بر اثر ضربه و بیشتر بر اثر مالش است (Modarres-Razavi, 1993). بنابراین، با توجه به حجم زیاد کلش برنج (ساقه و برگ) و سبز بودن آن در زمان برداشت، انتظار می‌رود که خوشه‌های وسط بین محصول با کوبنده سوهانی کمتر درگیر و در نتیجه دانه‌های آنها کمتر جدا شوند. در مقابل، کوبنده دندان میخی به دلیل نفوذ چنگال‌ها در بین محصول و وارد آوردن ضربه‌های مداوم، افت دانه جدا نشده در آن کمتر باشد؛ نتایج طرح، این وضعیت را نیز نشان می‌دهد. در کوبنده دندان میخی، در مقایسه با کوبنده سوهانی کلش و بقایا به قطعات بسیار کوچک‌تر تبدیل می‌شوند و بنابراین کار گاه پران و سایر قسمت‌های تمیزکننده کمباین ساده‌تر و در نتیجه دانه‌های (جدا شده) مانده بین کلش خروجی از کمباین (افت پرتابی) کمتر می‌شود. این مسئله با توجه به افت کمتر دانه پرتابی در کمباین مجهز به کوبنده دندان میخی مورد تأیید قرار گرفته است (جدول ۲). افت کیفی (درصد خرده برنج) بین روش‌های برداشت اختلاف معنی‌داری دیده نمی‌شود. در این باره، عوامل متعدد از جمله زمان برداشت، رطوبت محصول، و روند خشک‌شدن محصول در میزان افت کیفی دخیل است که احتمالاً این عوامل تأثیر بیشتری در افت کیفی داشته‌اند تا روش‌های برداشت. پاره‌ای تحقیقات (Askari-Asliardeh & Rasekh, 2007) نشان می‌دهند که رقم نیز بر افت کیفی تأثیر دارد. در این آزمایش نیز نشان

افت کمتری نشان می‌دهد و به رغم بالا بودن میزان افت تمامی روش‌های برداشت در سال اول، برداشت‌های مستقیم و غیرمستقیم با کمباین دارای کوبنده میخی افت کمتری دارد (جدول ۲).

در زمینه اثر همزمان رقم و روش برداشت، در هر دو رقم کمترین افت مربوط به کوبنده میخی است (جدول ۳). در مورد اثر برداشت غیرمستقیم رقم LD183 و کوبش آن با کمباین سوهانی در سال اول با متوسط ۵/۴۲ درصد و برداشت غیرمستقیم رقم عنبوری قرمز و کوبش آن با کمباین میخی در سال دوم با متوسط ۱/۴۸ درصد افت، به ترتیب بیشترین و کمترین میزان افت کمی کل به دست آمده است (جدول ۴).

مهم‌ترین عامل مورد بحث در این طرح افت ناشی از روش‌های برداشت است. افت کمی بین روش‌های برداشت بسیار معنی‌دار است به طوری که در تمام مقایسه‌ها نشان داده شد استفاده از کوبنده دندان میخی در مقایسه با کوبنده سوهانی میزان افت کمی پایین‌تر است. چند منبع (Modarres-Razavi, 1996; Mansouri-Rad, 1993) نیز کوبنده میخی را برای برداشت برنج توصیه کرده‌اند و این منابع (Mansouri-Rad, 1993) افت مجاز کل را برای کمباین‌ها بین ۳ تا ۵ درصد ذکر کرده‌اند که نتایج به دست آمده در مورد افت کمی کل در همین محدوده است (جدول ۲، ۳، و ۴). تحقیقات دیگری (Hunt, 1983; Srivastava et al., 1993) حداکثر مجاز تلفات کوبنده را ۱ درصد اعلام کرده‌اند که در این مورد تلفات کوبنده جدا نشده کوبنده میخی که مستقیماً مربوط به کوبنده است کمتر از ۱ درصد به دست آمد ولی در مورد کوبنده سوهانی

کمتر بوده است (در سال اول این نسبت در رقم عنبوری قرمز و LD183 به ترتیب ۱/۴۷ و ۱/۰۸ بوده و در سال دوم ۱/۲۷ و ۰/۹۶ بوده است). بنابراین با تحلیل زیر مسئله قابل توجهی است که هرچه کلش و بقایا نسبت به دانه بیشتر باشد مقادیر بیشتری خوشه در لابه‌لای محصول و کلش و بقایا قرار می‌گیرد و امکان کمتری برای درگیری با کوبنده پیدا می‌کند و در نتیجه افت دانه جدانشده بالاتر می‌رود (Modarres-Razavi, 1996; Srivastava et al., 1993). همچنین، به‌علت تراکم زیاد بقایا، بازده کاه‌پران و دیگر قسمت‌های تمیزکننده کمباین کمتر می‌شود و بنابراین افت بالاتر دانه جداشده (پرتابی) در سال اول نیز منطقی به نظر می‌رسد. اختلاف شاخص‌های زراعی سال‌های اول و دوم به رعایت دقیق زمان کشت و تسطیح کامل قطعه آزمایش و مدیریت‌های صحیح زراعی در سال دوم ارتباط دارد. اختلاف افت کیفی (درصد خرد شدن دانه) بین دو سال نیز با توجه به اختلاف زمان‌های کاشت سال اول و دوم و در نتیجه اختلاف زمان رسیدگی و زمان برداشت و همچنین اختلاف تغییرات آب و هوایی دو سال، قابل پیش‌بینی است دلائل اختلاف افت کمی بین دو سال به‌دلیل تفاوت در نسبت مواد غیردانه‌ای (کلش و بقایا) به دانه خالص و تأثیر مستقیم آن در میزان ضربات و صدمات کوبنده‌ها بر دانه نیز می‌تواند به‌طور مؤثر در این مسئله دخیل باشد.

در تمام شاخص‌های زراعی و افت کمی دانه پرتابی و دانه جدا نشده (به‌جز افت کمی کل) و نیز در افت کیفی، ارقام اختلاف معنی‌دار یا بسیار معنی‌دار داشته‌اند که اختلاف آنها در شاخص‌های زراعی، عملکرد و اجزای آن

داده شد که ارقام از نظر افت کیفی اختلاف معنی‌دار دارند (جدول ۱). حال می‌توان گفت که میزان افت کیفی عامل محدودکننده جهت انتخاب نوع کوبنده برای برداشت برنج نخواهد بود و فقط افت کمی عامل تعیین‌کننده است که با توجه به اختلاف زیاد بین کوبنده‌ها در این شاخص، به‌طور مشخص کمباین مجهز به کوبنده دندان‌میخی برای برداشت برنج توصیه می‌شود. در بین روش‌های برداشت مستقیم و غیرمستقیم نیز از نظر افت کمی اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد؛ بین روش‌های مستقیم و غیر مستقیم، اختلاف اساسی در رطوبت محصول است که با توجه به شرایط گرم و آفتابی خوزستان، اختلاف شرایط رطوبتی در دو روش برداشت به‌حدی نبوده است که در میزان افت کمی تأثیر داشته باشد.

معنی‌دار بودن اثر سال بر میزان افت‌های کمی می‌تواند ناشی از اختلاف عملکرد و تعداد خوشه در واحد سطح (تراکم محصول) باشد. جدول ۱ و نتایج طرح نشان می‌دهد که در بین دو سال، شاخص‌های زراعی عملکرد و تعداد خوشه در واحد سطح، با برتری سال دوم بر سال اول، اختلاف بسیار معنی‌داری دارند پیش‌بینی می‌شد که با توجه به تراکم بیشتر خوشه و عملکرد بالاتر دانه میزان افت با توجه به بالا رفتن عملیات کوبش و جداسازی در سال دوم بالاتر باشد ولی نتایج خلاف این پیش‌بینی را نشان می‌دهد. توجه این مسئله می‌تواند در نسبت وزنی مواد غیردانه‌ای به دانه خالص (MOG/G) باشد که در سال دوم بسیار پایین بود ولی در سال اول به‌دلیل تأخیر در کاشت و در نتیجه تأخیر در زمان برداشت و نیز عوامل دیگر مدیریتی و اقلیمی، میزان کلش و بقایا بیشتر و دانه

### نتیجه‌گیری

نتیجه‌گیری نهایی و پیشنهادها شامل موارد زیر است:

به دلیل کاهش افت از حدود ۳/۵ درصد به حدود ۱/۵ درصد در اثر به‌کارگیری کمباین مجهز به کوبنده دندان میخی به جای کوبنده سوهانی، کوبنده دندان میخی برای برداشت برنج توصیه می‌شود.

نبود اختلاف معنی‌دار افت در برداشت مکانیزه (روش مستقیم) و برداشت نیمه مکانیزه (روش غیرمستقیم)، پایین بودن نیاز به نیروی کار، سرعت برداشت در روش مکانیزه، و محدود بودن زمان برداشت از نکاتی است که بر مبنای آنها می‌توان توصیه کرد که کشاورزان در مزارعی که خوابیدگی محصول اتفاق نیافتاده است با قطع به‌موقع آب، شرایط ورود مستقیم کمباین را برای برداشت مکانیزه برنج آماده کنند.

پیشنهاد می‌شود مکانیسم تعویض کوبنده‌ها در کمباین به‌منظور سهولت و تسریع در اجرا و جلوگیری از بروز مشکلات فنی برای تعویض‌های بعدی اصلاح شود زیرا یکی از عوامل مهم استفاده نکردن کوبنده دندان میخی (به‌جای سوهانی) برای برداشت برنج علاوه بر هزینه آن، مشکلات موجود در تعویض و سوار کردن کوبنده‌ها برای محصولات مختلف خصوصاً در کمباین‌های مستهلک است.

تحقیق در مورد روش‌های دیگر کوبش برنج در کمباین‌ها پیشنهاد می‌شود زیرا در موارد متعدد مشاهده شده است که کمباین‌داران با هدف حل مشکل گیرکردن بقایای محصول در کوبنده و در نتیجه افزایش سرعت برداشت برنج، با به‌کارگیری کوبنده

ناشی از خصوصیات ژنتیکی آنهاست ولی اختلافات مرفولوژیکی دانه‌ها از نظر ابعاد باعث شده که در تمام افت‌ها (به‌جز افت کمی کل) اختلاف داشته باشند. رقم عنبوری قرمز (رقم محلی) دانه‌های کشیده دارد و وزن هزار دانه آن کم و اتصال دانه به خوشه آن ضعیف است. در مقابل، دانه‌های رقم اصلاح شده LD183 کوتاه‌تر و ضخیم‌تر با وزن هزار دانه بیشتر و اتصال به خوشه قوی‌تر است و از این رو نتایج طرح، (بر افت دانه پرتابی بیشتر رقم عنبوری و در مقابل افت بالاتر دانه جدا نشده در رقم LD183) منطقی و قابل پیش‌بینی است ضمن آنکه نبود اختلاف در افت کل این دو رقم می‌تواند ناشی از جمع افت‌های دانه پرتابی و جدا نشده باشد که در یک رقم بیشتر و در رقم دیگر کمتر است.

افت کیفی در ارقام اختلاف معنی‌دار دیده می‌شود و این مسئله با توجه به اختلاف مرفولوژیکی و ابعادی ارقام و نیز چگونگی وضعیت فشردگی و استحکام داخلی آنها باید مورد بحث قرار گیرد. طول دوره خشک‌شدن هر رقم نیز می‌تواند در میزان افت کیفی مؤثر باشد. با توجه به ابعاد دانه‌ها و باریک و کشیده بودن دانه‌های رقم محلی عنبوری قرمز نسبت به رقم LD183، انتظار می‌رفت افت کیفی برای رقم عنبوری قرمز بیشتر باشد. ولی نتیجه عکس به‌دست آمد. افت کیفی بیشتر در رقم LD183 می‌تواند ناشی از استحکام داخلی بیشتر رقم محلی عنبوری باشد که سال‌ها با شرایط محیطی منطقه سازگاری پیدا کرده است. روند مناسب خشک‌شدن رقم عنبوری قرمز نیز می‌تواند در پایین‌تر بودن افت کیفی مؤثر باشد که این امر نیاز به تحقیقات بیشتری دارد.

سوهانی، فقط مبادرت به تعویض ضد کوبنده (سیلندر) (ضدکوبنده سوهانی) را بزرگتر کرده و از آن برای با نوع رایج آن برای برداشت ذرت می‌کنند که برداشت برنج استفاده می‌کنند. بنابراین، با وجود فواصل شبکه‌های آن بزرگتر است؛ یا حتی خود مستقیماً با کشیدن یک در میان شبکه سیلندر پیش‌بینی افزایش بیشتر افت در این حالت‌ها، تحقیق در این موارد توصیه می‌شود.

## مراجع

- Araullo, E., De Padua, B. and Graham, M. 1976. Rice Post-Harvesting Technology. International Development Research Center. Ottawa.
- Askari-Asliardeh, E. and Rasekh, M. 2007. Study of drum speed effect on threshing losses and waste in rice common variety. 3<sup>rd</sup> National Symposium on Losses of Agricultural Products. Tehran. Iran. (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.
- Hunt, D. R. 1983. Farm Power and Machinery Management. Iowa State University Pub.
- Lchikawa, T. and Sugiyama, A. T. 1980. Development of a new combine equipped with screw type threshing and separating mechanisms. Japan Agric. Res. Quat. 20(1): 37-42.
- Mansouri-Rad, D. 1993. Farm machinery and tractors. Bou-Ali Sina Pub. Hamedan. Iran. (in Farsi)
- Masato, S. 1980. Performance of rice combine harvesters as evaluated by national test in Japan. Japan Agric. Res. Quat. 14(1): 20-23.
- Mattews, J. and Spadaro, J. J. 1975. Rice breakage during combine harvesting. Rice. J. 75(7): 59-63.
- Modarres-Razavi, M. 1996. Grain harvesting equipment binders, threshers, combine harvesters. Emam Reza Pub. Mashhad. Iran. (in Farsi)
- Sajwan, K., Kaplan, D. I. and Mitra, B. N. 1992. Milling quality of rice as influenced by time of harvesting and storage conditions. Tropical Agriculture. 69(3): 296-300.
- Shaker, M., Afzali-nia, S. and Jamshidi, A. 1998. Study of the rice breakage rate in processing factories. J. Agric. Eng. Res. (in Farsi)



بررسی تأثیر روش‌های مختلف برداشت بر مقدار ضایعات دو رقم ...

**Siebemorgen, T. J., Lua, R., Castello, T. A. and Fryar, E. O. 1995. Effect of rice moisture content at harvest on economic return. Appl. Eng. in Agric. 11(5): 685-690.**

**Srivastava, A. K., Goering, C. E. and Rohrbach, R. P. 1993. Engineering Principles of Agricultural Machines. Textbook No. 8. ASAE. St. Joseph. MI 49085-9659. USA.**

## **The Effect of Harvesting Method on Losses for Two Rice Varieties in Khuzestan Province**

**N. Loveimi\*, A. A. Gilany and M. R. Alizadeh**

\* Corresponding Author: Academic Member, Agricultural Engineering Research Department, Agricultural and Natural Resources Research Center, P. O. Box: 61335-3341, Khuzestan, Iran. E-mail: n15841@yahoo.com

Multistage and semi-mechanized harvesting of rice in Khuzestan province, Iran, causes much loss. Depending on available facilities and conditions, either spike-tooth or rasp-bar cylinders are employed with either direct or indirect combine harvesting methods. The present research studied the effect of these different harvesting methods on the amount of losses in two rice varieties in 2001-2002 at Shavour Agricultural Research Station in Khuzestan province. The experiment was devised as a strip-plot with a randomized complete block design with two variables (harvesting method, variety) and three replications. The vertical axis variable harvesting methods were: indirect harvesting (manual) plus threshing by rasp-bar cylinder combine; indirect harvesting plus with threshing by spike-tooth cylinder combine; direct harvesting with threshing by rasp-bar cylinder combine, direct harvesting with threshing by spike-tooth cylinder combine. The horizontal axis variables were: high yield LD183 rice variety; qualitative local Red Anboursy rice variety. Analysis of the losses for the two years showed a significant difference between years for harvesting methods and their interactions but no significant difference between varieties. A comparison of averages showed that losses for the first year were greater at 3.34% than for the second year at 2.08%. However, average losses for the Red Anboursy variety were 2.71% and 2.74% for the LD183 variety. For both direct and indirect harvesting methods, average losses for harvesting by spike-tooth cylinder combine were 1.73%, which was less than the 3.68% for the rasp-bar cylinder combine. The spike-tooth cylinder combine produced the least amount of loss over the two varieties. Indirect harvesting of LD183 with threshing by rasp-bar cylinder combined in the first year produced the greatest average loss at 5.42%. Indirect harvesting of Red Anboursy with threshing by spike-tooth cylinder combine in second year produced the lowest average loss at 1.48%. There was no significant difference between harvesting methods for quality of loss (broken rice rate) but there was a large significant difference by year with 45.6% for the second year and only 18.9% for the first year. This loss was also significant by variety with LD183 averaging 34.2% broken rice and Red Anboursy averaging 27.6%. Over all harvesting methods, LD183 had greater broken rice rates.

**Key Words:** Harvesting Loss, Rasp-Bar Cylinder, Rice, Spike-Tooth Cylinder