

## تحلیل عوامل ضایعات شکستگی برنج در استان گیلان

مجتبی گورابجیری<sup>۱</sup>، سعید فیروزی<sup>۲</sup> و هاشم امین پناه<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مدیریت کشاورزی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی

۲. دانشیار، گروه زراعت، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی

۳. دانشیار، گروه زراعت، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی

(تاریخ دریافت: ۱۳/۲/۱۳۹۵ - تاریخ تصویب: ۱۱/۸/۱۳۹۵)

### چکیده

کاهش ضایعات شکستگی برنج از دغدغه‌های بخش شالیکاری استان گیلان است. به منظور شناسایی عوامل ضایعات شکستگی برنج سفید در استان گیلان، تحقیقی به روش پیمایش توصیفی با شرکت ۷۵ نفر از مدیران واحدهای شالیکوبی استان انجام گرفت. به منظور طراحی اولیه پرسش‌نامه، ابتدا از روش مصاحبه نیمه‌ساختارمند با ۵ نفر از مدیران مجرب کارگاه‌های شالیکوبی و ۳ نفر از کارشناسان تبدیل برنج در استان گیلان استفاده شد. پرسش‌نامه نهایی بر اساس نتایج مصاحبه و مرور منابع طراحی گردید. عوامل ضایعات شکستگی برنج سفید در قالب پنج گروه اصلی شامل عوامل زراعی محیطی، فنی، دانشی مهارتی، اقتصادی و سیاست‌گذاری دسته‌بندی شدند. به منظور رتبه‌بندی هر گروه عامل از شاخص نسبت تغییرات و جهت دسته‌بندی نهایی گروه‌ها از آزمون فریدمن استفاده شد. نتایج نشان داد که عوامل "رعایت زمان مناسب برداشت برنج"، "خرمنکوبی با خرمنکوب‌ها یا کمباین‌های نامناسب شالی"، "سطح مهارت مکانیک در اپراتوری خشک‌کن شلتوک"، "کمبود منابع مالی به منظور نوسازی و بهینه‌سازی کارخانه‌های برنجکوبی"، و "ارتقاء اطلاعات فنی مدیران کارگاه‌های برنجکوبی" به ترتیب مهمترین عوامل زراعی، فنی، دانشی مهارتی، اقتصادی و سیاست‌گذاری ضایعات شکستگی برنج سفید در استان گیلان بودند. در این راستا، حمایت مالی و آموزشی دولت از فعالیت‌های به‌زراعی کشاورزان شالیکار، ارتقاء دانش فنی کاربران خرمنکوب‌ها و کمباین‌های برنج، اپراتورهای کارگاه‌های برنجکوبی، و مدیران کارگاه‌های شالیکوبی و پشتیبانی از نوسازی و بهینه‌سازی تجهیزات خطوط تبدیل برنج بعنوان راهکارهای کاهش در جهت کاهش ضایعات شکستگی در استان گیلان مورد توصیه قرار گرفتند. مقایسه نهایی گروه‌ها همچنین نشان داد که گروه عوامل اقتصادی در مجموع بیشترین تاثیر را در بین عوامل مورد بررسی داشتند. بنابراین، به منظور کاهش ضایعات شکستگی برنج در استان گیلان، تقویت بنیه اقتصادی کشاورزان و مالکان کارگاه‌های شالیکوبی از طریق تدوین و اجرای سیاست‌های حمایتی مورد تاکید قرار گرفت.

**واژه‌های کلیدی:** شکستگی برنج، شلتوک، ضایعات، کارگاه‌های تبدیل شلتوک.

### مقدمه

با توجه به نقش و اهمیت کشاورزی در توسعه اقتصادی، افزایش تولید محصولات کشاورزی و درآمد زارعین، همواره مورد توجه سیاست‌گذاران بخش کشاورزی در ایران بوده است. تعیین سیاست‌ها و تدوین برنامه‌های مناسب در این بخش، علاوه بر این که مستلزم آگاهی لازم از شرایط تولید در واحدهای زراعی و نحوه بازاریابی است، تا حدود زیادی نیز به میزان آگاهی برنامه‌ریزان از فرآیند تصمیم‌گیری زارعین و عکس‌العمل آنها نسبت به انواع سیاست‌های کشاورزی دارد (Azizi, 2006).

برنج (*Oryza sativa* L.) غذای اصلی هفتاد درصد از

مردم دنیا و تامین‌کننده‌ی حداقل نیمی از انرژی مورد نیاز آنهاست (Rabbani, 2009). ۹۵ درصد برنج دنیا تنها در آسیا تولید و مصرف می‌شود. این مقدار ۴۰ تا ۸۰ درصد کالری مورد نیاز مردم این قاره کهن را تشکیل می‌دهد. برنج در ایران نیز پس از گندم، دومین غذای اصلی به شمار می‌رود و به عنوان منبع درآمد هزاران خانوار شالیکار ایرانی محسوب می‌شود. تولید این محصول در ایران از سال ۱۹۹۸ تا سال ۲۰۰۷ میلادی از ۱/۳ تا ۳/۵ میلیون تن افزایش یافته است (Farahmandfar *et al.*, 2009). استان‌های گیلان و مازندران با تولید حدود ۷۵ درصد از برنج ایران به عنوان قطب تولید این محصول استراتژیک در کشور به شمار می‌روند (Alizadeh *et al.*, 2006). دانه برنج در مزرعه، اساساً به شکل دانه شلتوک برداشت

برنج خیز مهم کشور (استان‌های گیلان و مازندران)، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این راستا، محققان عواملی زیادی را در قالب تحقیقات مدیریتی، آزمایشگاهی، پایلوت و مزرعه‌ای به شکل موردی، تحت بررسی و مطالعه قرار دادند. Kavousi *et al.* (2010) نشان داد که بین عوامل "کاهش ارتفاع بارگیری در خشک‌کن‌های بستر خوابیده" و "جایگزینی پوست‌کن تیغه‌ای با پوست‌کن غلتکی لاستیکی" با میزان بهره‌وری صنایع تبدیلی برنج استان گیلان، رابطه مستقیم وجود دارد. Sabori (2002) دریافت در خشک‌کن‌های بستر خوابیده رایج در استان گیلان، بین لایه‌های شلتوکی که حداکثر در فاصله عمقی ۲۰ سانتیمتری نسبت به یکدیگر قرار می‌گیرند، اختلاف معنی‌داری در ضایعات شکستگی برنج سفید وجود ندارد. تحقیق آزمایشگاهی (Juma Omar & Yamashita, 1987) بر روی پوست‌کن غلتکی لاستیکی بیانگر آن بود که تنظیم فاصله بین غلتک‌های لاستیکی در حد ۰/۵ میلی‌متر نسبت به پوست‌کن‌های گریز از مرکز ضایعات شکستگی کمتری به دنبال داشت. Firouzi *et al.* (2010a) نشان دادند که با افزایش اختلاف در سرعت خطی غلتک‌های پوست‌کن غلتکی لاستیکی صنعتی در محدوده ۱/۵ تا ۵ متر بر ثانیه، میزان ضایعات شکستگی برنج کاهش یافت. همچنین، کمترین شکستگی برنج به محدوده رطوبتی ۹-۸ درصد مربوط می‌شد. در مطالعه Ghavami *et al.* (2005)، کمترین مقدار شکستگی برنج رقم دانه‌بلند خزر در سرعت دورانی توپی سفیدکن ۸۰۰ دور در دقیقه و سطح مقطع خروجی سفیدکن ۷۰۵ میلی‌مترمربع به دست آمد. بر اساس تحقیق Firouzi *et al.* (2010b)، صفحه سوراخ‌دار<sup>۲</sup> شماره ۲۶ و فاصله تیغه تا توپی سفیدکن تیغه‌ای ۱۰ میلی‌متر به عنوان بهترین ترکیب استفاده از سفیدکن تیغه‌ای برای تبدیل شلتوک رقم هاشمی در محدوده ۹-۸ درصد معرفی گردید. بر اساس گزارش‌های Bond (2004) و Kohlwey (1992)، سفیدکن سایشی در مقایسه با سفیدکن اصطکاکی، ضایعات شکستگی کمتری را به دنبال داشت. همچنین، برخی محققین اثر عوامل زراعی زمان برداشت و مقدار و زمان مصرف کود نیتروژن را بر ضایعات شکستگی برنج مطالعه کردند. آن‌ها نشان دادند که برداشت زودتر یا دیرتر، منجر به افزایش شکستگی برنج سفید شد. Siebenmorgen *et al.* (2006) محدوده عمومی مطلوب رطوبت دانه‌های شلتوک در زمان برداشت را برای ارقام دانه‌بلند ۱۹ تا ۲۲ و برای ارقام دانه‌متوسط ۲۲ تا ۲۴ درصد بر پایه خشک گزارش کردند. مطالعه Dilday (1988) بیانگر آن بود که

می‌شود. دانه شلتوک از ۲۰ درصد پوست، ۱۲-۸ درصد سبوس و جنین و حدود ۷۲-۷۰ درصد آندوسپرم تشکیل شده است (Saikia & Deka, 2011). آندوسپرم بخش خوراکی دانه شلتوک را تشکیل داده و به برنج سفید مشهور است. دانه شلتوک خشک برای دستیابی به برنج سفید خوراکی باید تحت عملیات تبدیل قرار گیرد. این فرآیند شامل دو بخش اصلی پوست‌کنی و سفیدکنی است. در عملیات پوست‌کنی، پوست دانه شلتوک و در عملیات سفیدکنی، لایه آلورن به کمک تنشهای فشاری، کششی و یا اصطکاکی از دانه شلتوک جدا می‌گردد. با وجود تمام این تنشها، تمام تلاش متخصصین بر آن است که دانه شلتوک سالم از خروجی دستگاه دریافت گردد (Juma Omar & Yamashita, 1987). بنابراین در این مرحله باید لایه سبوس یا آلورن را که به سختی به آندوسپرم چسبیده است را جدا کرد. از این رو تنش‌های حرارتی و مکانیکی بسیار زیادی در این ماشین‌ها تولید می‌شود که منجر به بروز شکستگی دانه‌های برنج خواهد شد (Afzalnia *et al.*, 2004). بنابراین دانه‌های ضعیف‌تر به راحتی شکسته شده و از نسبت دانه‌های سالم کاسته می‌شود. دانه‌هایی که طول آن‌ها پس از اتمام عملیات تبدیل، بیش از سه چهارم طول یک دانه کامل است، دانه سالم نامیده شده و از ارزش کامل برخوردارند. از آن جایی که قیمت برنج شکسته تنها ۳۰ تا ۵۰ درصد برنج سالم است بنابراین خرد شدگی یا شکستگی برنج سفید به شدت از قیمت محصول نهایی می‌کاهد (Ntanos *et al.*, 1996). از این رو، کشاورزان و دست‌اندرکاران تولید برنج، همواره به دنبال راهکارهایی جهت افزایش راندمان تبدیل برنج سفید سالم<sup>۱</sup> و در نتیجه جلوگیری از کاهش خسارات مالی بوده‌اند. بر اساس گزارش دفتر برنج سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان (Guilan's Organization of Jihad-e Agriculture, Iran, 2014)، تنها در استان گیلان در سال ۱۳۹۴ در حدود ۷۰۰۰۰۰ تن برنج سفید به دست آمده که با احتساب متوسط قیمت ۲۰۰۰۰ ریال برای هر کیلوگرم برنج شکسته، با کاهش یک درصدی شکستگی برنج سفید، از هدررفت حدود ۱۴۰۰۰ میلیارد ریال سرمایه جلوگیری خواهد شد. اگر بتوان تنها یک درصد از شکستگی برنج در این استان کاست، بازگشت سرمایه در این بخش معادل ۱۴۰۰۰ میلیارد ریال خواهد بود، ضمن آنکه درآمد مالکان کارگاه‌های شالیکوبی نیز از بابت افزایش برنج سالم، به شکل چشم‌گیری افزایش خواهد یافت. از این رو، شناخت عوامل بروز ضایعات شکستگی برنج سفید به عنوان مهمترین شکل ضایعات برنج در استان‌های

شالیکوبی و کارشناسان تبدیل برنج در استان گیلان استفاده شد. پرسشنامه نهایی براساس نتایج مصاحبه و مرور منابع طراحی گردید. بر این اساس، پرسشنامه‌ای حاوی یک سوال پایه باز- پاسخ با قابلیت بازخورد اصلاحی به شرح زیر تنظیم و در میان ۵ نفر از مدیران مجرب کارگاه‌های شالیکوبی و ۳ نفر از کارشناسان خبره تبدیل برنج در استان گیلان توزیع گردید:

**به نظر شما، عوامل ضایعات شکستگی برنج سفید در استان گیلان کدامند؟**

بر اساس نتایج مرحله اول تحقیق، عوامل ضایعات شکستگی برنج سفید در پنج گروه اصلی شامل عوامل زراعی محیطی، فنی، دانشی مهارتی، اقتصادی و سیاست‌گذاری طبقه‌بندی شدند. بر این اساس، پرسشنامه نهایی تنظیم گردید که بخش اول آن شامل پرسش‌های اطلاعات شخصی و فنی مهارتی مدیران کارگاه‌های شالیکوبی و مشخصات فنی واحدهای تحت مدیریت آن‌ها بود. بخش دوم پرسشنامه نهایی، متشکل از فهرست عوامل ضایعات شکستگی برنج سفید شامل عوامل زراعی محیطی، عوامل فنی، عوامل دانشی مهارتی، عوامل اقتصادی و عوامل سیاست‌گذاری بود که در قالب ۳۶ گویه به شکل طرح لیکرت پنج‌سطحی<sup>۴</sup> (خیلی کم=۱، کم=۲، تاحدودی=۳، زیاد=۴ و خیلی زیاد=۵)، مورد پرسش قرار گرفتند. روایی پرسشنامه نهایی تحقیق توسط کارشناسان تبدیل برنج گیلان مورد تأیید قرار گرفت. در این گونه مطالعات، معمولاً ۱۰ تا ۲۰ برابر تعداد گروه‌های عوامل اصلی به عنوان حجم نمونه در نظر گرفته می‌شوند (Bartlett et al., 2001). بر این اساس، ۱۵ برابر تعداد دسته عوامل مورد بررسی یعنی ۷۵ نفر از مدیران کارگاه‌های شالیکوبی استان گیلان، به عنوان حجم نمونه انتخاب شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS<sup>۲۱</sup> استفاده شد. بر این اساس، در مورد داده‌های مشخصات فنی کارگاه‌های شالیکوبی و اطلاعات شخصی - مهارتی مدیران این کارگاه‌ها از آماره‌های فراوانی، درصد و درصد تجمعی استفاده شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های عوامل ضایعات شکستگی برنج، امتیازات معادل عوامل برای تمامی اعضاء گروه تحقیق، وارد نرم-افزار SPSS<sup>۲۱</sup> شدند. سپس، آماره‌های میانگین، انحراف معیار و نسبت تغییرات<sup>۵</sup> محاسبه شدند. شاخص نسبت تغییرات به منظور بررسی میزان پراکنش داده‌های مورد اندازه‌گیری در مقیاس اسمی و ترتیبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عبارت روشن‌تر، این شاخص جهت بررسی همگونی یا عدم همگونی

بدون اعمال کود نیتروژن، مقدار برنج سفید سالم ارقام برنج لمونت<sup>۱</sup> و نیوبونت<sup>۲</sup> به ترتیب ۷ تا ۲۲ درصد و ۲ تا ۶ درصد در مقایسه با حالت اعمال این کود در حالت پیش‌غرقاب کاهش یافت. بنابراین، زمان مصرف کود نیتروژن از عوامل مهم در کاهش ضایعات شکستگی برنج است. استفاده به موقع از کود نیتروژن در زمان کشت برنج، استحکام مکانیکی دانه‌های برنج را بهبود می‌بخشد (Leesawatwong et al., 2005). در نتیجه، ضایعات شکستگی برنج در عملیات تبدیل به خصوص در عملیات سفیدکنی کاهش می‌یابد.

مرور منابع نشان داد تحقیقات حوزه ضایعات برنج در ایران غالباً در زمینه تعیین اثرات عوامل مختلف زراعی و فنی استوار بوده است، از این رو، در این پژوهش، تلاش بر این بوده است تا ضمن شناسایی سایر عوامل موثر بر کاهش ضایعات شکستگی برنج سفید (سیاست‌گذاری، اقتصادی و نیروی انسانی)، عوامل هر گروه اصلی، رتبه‌بندی گردند. نتایج این تحقیق می‌تواند در برنامه‌ریزی‌های کلان منطقه‌ای و ملی در کاهش ضایعات شکستگی برنج مورد توجه قرار گیرد.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در استان گیلان واقع در شمال ایران در بهار و تابستان ۱۳۹۴ انجام گرفت. اغلب کشاورزان استان گیلان به زراعت برنج اشتغال دارند. سطح زیر کشت برنج در استان گیلان در حدود ۲۳۸ هزار هکتار است (Payman et al., 2014). این استان با دارا بودن ۳۱/۷ درصد از اراضی زیرکشت شالیکاری کشور، بعد از استان مازندران در رتبه دوم قرار دارد. همچنین شالیکاران این استان، در حدود ۲۶ درصد از کل شلتوک کشور را تولید می‌کنند (Iran's Ministry of Jihad-e Agriculture, 2013). این پژوهش از نظر رویکرد غالب یا الگوی تحقیق، از نوع پژوهش‌های کمی است زیرا داده‌های تحقیق از طریق پرسشنامه به دست آمد. از لحاظ هدف، در حیطه تحقیقات کاربردی قرار دارد. همچنین این پژوهش از لحاظ نحوه کنترل متغیرهای تحقیق، تحقیقی توصیفی (غیرآزمایشی) از نوع پیمایشی<sup>۳</sup> و از نظر روش جمع‌آوری داده‌ها از نوع میدانی است، زیرا اطلاعات لازم به وسیله پرسش‌نامه جمع‌آوری شدند. جامعه هدف تحقیق شامل مدیران کارگاه‌های شالیکوبی استان گیلان بود. به منظور طراحی اولیه پرسشنامه، ابتدا از روش مصاحبه نیمه‌ساختارمند با تعدادی از مدیران مجرب کارگاه‌های

1. Lemont  
2. Newbonnet  
3. Descriptive survey

4. Five-level Likert scale  
5. Variation ratio

پاسخ‌های ارائه شده کاربرد دارد. برای محاسبه آن از رابطه زیر استفاده شد (Pansalan & Uriarte, 1987):

$$\text{VR} = 1 - \frac{f_{\max}}{f_{\text{total}}} \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در این رابطه داریم:

$\text{VR} =$  نسبت تغییرات

$f_{\max} =$  فراوانی ماکزیمم در میان پاسخ‌ها

$f_{\text{total}} =$  فراوانی کل (تعداد کل شرکت‌کنندگان)

در این پژوهش برای تعیین میزان اتفاق نظر اعضا گروه تحقیق (مدیران واحدهای شالیکوبی)، از ضریب هماهنگی دلبلیوی کندال<sup>۱</sup> استفاده شد. ضریب هماهنگی دلبلیوی کندال، مقیاسی جهت تعیین درجه هماهنگی و موافقت میان چندین دسته رتبه مربوط به N شیء یا فرد است. در حقیقت، با کاربرد این مقیاس، می‌توان همبستگی رتبه‌ای میان K مجموعه رتبه را یافت. اگر فرض کنیم عامل  $i$  با کسب نمره نفر  $z$  ام از گروه تحقیق در رتبه  $r_{ij}$  قرار گرفته باشد، در این صورت با در نظر گرفتن تعداد  $m$  عامل و  $n$  عضو گروه تحقیق، مجموع رتبه‌های این عامل از رابطه زیر محاسبه خواهد شد:

$$R_i = \sum_{j=1}^m R_{i,j} \quad (\text{رابطه ۲})$$

سپس مقدار میانگین این مجموع رتبه‌ها از رابطه زیر تعیین می‌گردند:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \quad (\text{رابطه ۳})$$

در این صورت، مجموع مربعات انحرافات از میانگین‌ها به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$S = \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2 \quad (\text{رابطه ۴})$$

بنابراین، مقیاس آزمون دلبلیوی کندال به شکل زیر محاسبه می‌گردد:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)} \quad (\text{رابطه ۵})$$

این مقیاس در محدوده ۰ و ۱ قرار می‌گیرد. اگر ضریب دلبلیو کندال صفر باشد یعنی بین نظرات افراد گروه تحقیق، توافق وجود ندارد و اگر مقدار این ضریب یک باشد یعنی بین نظرات افراد، توافق کامل وجود دارد (Heiko, 2012). در صورتی که مقدار دلبلیو کندال در سطح احتمال ۱ یا ۵ درصد، معنی‌دار باشد یعنی بین نظرات افراد گروه تحقیق، توافق وجود داشته است.

به منظور مقایسه گروهی عوامل (زراعی محیطی، فنی، دانشی مهارتی، اقتصادی، و سیاست‌گذاری) از آزمون فریدمن<sup>۲</sup> استفاده شد. آزمون فریدمن از آزمون‌های آماری است که برای مقایسه چند گروه کاربرد دارد و از نظر میانگین، رتبه‌های گروه‌ها را مشخص می‌کند. این آزمون، از آزمون‌های غیرپارامتری<sup>۳</sup> و معادل تجزیه واریانس با اندازه‌های تکراری یا درون‌گروهی است که برای مقایسه میانگین رتبه‌ها در بین K متغیر یا گروه به کار گرفته می‌شود. برای اجرای این آزمون، داده‌ها در قالب جدولی با K ردیف و N ستون وارد محیط نرم‌افزار SPSS می‌گردند. ردیف‌ها نماینده آزمودنی‌ها (در این مطالعه نمونه‌ها) و ستون‌ها، نماینده موقعیت‌های مختلف (در این مطالعه عوامل یا فاکتورها) هستند (Azar & Momeni, 2007). نرم‌افزار SPSS ابتدا، آماره کای اسکور<sup>۴</sup> ( $\chi^2$ ) را با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌کند:

$$\chi_r^2 = \frac{12}{NK(K+1)} \sum R_j^2 - 3N(K+1) \quad (\text{رابطه ۶})$$

که در این رابطه:

K = تعداد نمونه‌ها

N = تعداد عوامل

$R_j^2 =$  مجذور رتبه‌های هر گروه

بر اساس نتایج این آزمون، میانگین رتبه‌ای هر متغیر قابلیت مقایسه با میانگین سایر متغیرها یا گروه‌ها را خواهد داشت. بنابراین، رتبه‌بندی گروه‌ها به سهولت انجام می‌گیرد.

## نتایج و بحث

نتایج بررسی فنی کارگاه‌های شالیکوبی تحت مدیریت اعضا گروه تخصصی تحقیق بیانگر آن بود که از مجموع ۷۵ واحد شالیکوبی، ۶ واحد (۸ درصد از کل کارگاه‌ها) دارای سیستم تبدیل سنتی (پوست‌کن تیغه‌ای + سفیدکن تیغه‌ای)، ۱۳ واحد شالیکوبی (۱۷/۳ درصد از کل) مجهز به سیستم تبدیل سنتی اصلاح‌شده (پوست‌کن غلتکی لاستیکی + سفیدکن تیغه‌ای)، ۴۸ واحد شالیکوبی (۶۴ درصد از کل) مجهز به سیستم تبدیل اصلاح‌شده (پوست‌کن غلتکی لاستیکی چینی + سفیدکن مالشی بدون تیغه)، و تنها ۸ واحد شالیکوبی (۱۰/۷ درصد از کل) مجهز به سیستم تبدیل شلتوک به برنج سفید سایشی (چینی و داخلی) بودند. از مجموع ۷۵ کارگاه شالیکوبی مورد

2. Friedman test

3. Non-parametric tests

4. Chi-Squared

1. Kendall's W test

در شکل‌گیری نشاسته دانه برنج و در نتیجه استحکام آن است. تبدیل برنج آخرین مرحله از عملیات پس از برداشت شالی است. این عملیات شامل مراحل مختلفی است که باید به گونه‌ای انجام شوند که توقعات مصرف‌کننده را تامین کنند. پوست‌کنی و سفیدکنی شلتوک، دو بخش اصلی این عملیات را تشکیل می‌دهند (Tajaddodi Talab *et al.*, 2012). به عمل جداسازی پوست از دانه شلتوک و تولید برنج قهوه‌ای، پوست‌کنی گفته می‌شود. به فرآیند حذف لایه سبوس از دانه برنج قهوه‌ای نیز سفیدکنی گفته می‌شود که نتیجه آن تولید برنج سفید است. در طی این دو عمل، برخی نیروهای فشاری، خمشی، برشی و اصطکاکی به دانه‌های برنج اعمال می‌شوند که در نتیجه، موجب شکستن دانه‌ها و کاهش برنج سالم می‌شوند (Shitanda *et al.*, 2002). در این میان، دانه‌های ضعیف‌تر به راحتی می‌شکنند. عموماً، دانه‌های برنج ضعیف و حساس به شکست شامل دانه‌های گچی، ترک‌خورده، نارس و مرطوب هستند. بنابراین کلیه عواملی که چنین شرایطی را در شلتوک ایجاد می‌کنند، جزء عوامل شکستگی برنج سفید در فرآیند تبدیل شلتوک به شمار می‌روند. این عوامل به عنوان عوامل قبل از تبدیل شناخته می‌شوند. زمان برداشت برنج از جمله این عوامل است که اثر آن بر کیفیت برنج سفید بسیار مورد تاکید قرار گرفته است. برداشت زودتر یا دیرتر می‌تواند منجر به بروز دانه‌های سبز و نارس یا دانه‌های ترک‌دار شود. بنابراین مقدار دانه‌های شکسته در زمان تبدیل شلتوک، به شکل قابل توجهی افزایش می‌یابد (Ntanos *et al.*, 1996). Firouzi & Alizadeh (2015) به منظور کاهش ضایعات شکستگی برنج رقم هاشمی، برداشت این رقم برنج را در فاصله ۳۰ روز پس از گلدهی و تبدیل شلتوک برداشت‌شده در محتوای رطوبت ۸/۵ درصد بر پایه تر را به عنوان مناسب‌ترین تیمار معرفی کردند.

همچنین بررسی نتایج عوامل زراعی ضایعات شکستگی برنج در استان گیلان نشان داد که عامل "تغییرات شرایط جوی بخصوص گرم‌شدن هوا در زمان رسیدگی شالی" با میانگین توافق ۴/۴۴ و نسبت تغییرات ۰/۴۱ در اولویت دوم عوامل زراعی ضایعات شکستگی برنج در استان گیلان قرار گرفت. تحقیقات نشان داده‌اند که دمای هوای شبانه در طول دوره رشد گیاه برنج در تشکیل دانه‌های گچی یا شکم‌سفید و در نتیجه کیفیت تبدیل آن بسیار تاثیرگذار است (Counce *et al.*, 2005; Lanning *et al.*, 2011).

"رعایت موارد زراعی در زمان و مقدار مصرف کود ازت یا نیتروژن" با میانگین ۳/۹۳ و نسبت تغییرات ۰/۴۴ در رتبه سوم عوامل زراعی ضایعات شکستگی برنج در استان گیلان قرار

مطالعه، ۷۳ کارگاه (۹۴/۷ درصد از کل) دارای خشک‌کن بسترخوابیده<sup>۱</sup>، سه کارگاه شالیکوبی (۴/۰ درصد از کل) مجهز به خشک‌های بسترخوابیده + خشک‌کن‌های بسترخوابیده جریان وهله‌ای<sup>۲</sup> و یک کارگاه شالیکوبی (۱/۳ درصد از کل) مجهز به خشک‌های بسترخوابیده + خشک‌کن دوار افقی<sup>۳</sup> بودند. محتوای رطوبت تبدیل شلتوک رایج در کارگاه‌های مورد مطالعه، عمدتاً در محدوده ۸-۱۰ درصد بر پایه تر<sup>۴</sup> قرار داشت. گزارش تحقیق Payman (1999) نیز بیانگر آن بود که رطوبت زمان تبدیل شلتوک در اکثر کارگاه‌های شالیکوبی استان گیلان پایین‌تر از ۱۰ درصد بر پایه تر بود. همچنین، داده‌های دریافت‌شده از مدیران کارگاه‌های شالیکوبی مورد مطالعه بیانگر آن بود که رطوبت اولیه شلتوک در سال زراعی ۱۳۹۴ با توجه به روش برداشت و خرمکوبی شامل "برداشت و خرمکوبی غیرمستقیم" و "برداشت مستقیم با کمباین برنج"، به ترتیب در محدوده ۱۵-۱۳ درصد و ۲۲-۱۸ درصد بر پایه تر قرار داشت.

بر اساس نتایج جدول ۱، بیش از ۸۰ درصد مدیران کارگاه‌های شالیکوبی عضو گروه تحقیق بالای ۵۰ سال سن داشتند. تنها ۴ درصد مدیران واحدهای شالیکوبی بین ۳۰ تا ۴۰ ساله بودند. همچنین در حدود ۳۰ درصد از مالکان کارگاه‌های شالیکوبی در دوره‌های آموزشی مهارت فنی تبدیل شلتوک شرکت کرده بودند. تنها ۱۳/۳ درصد از مالکان کارگاه‌های برنجکوبی مسئولیت اپراتوری امور فنی کارگاه برنجکوبی را بر عهده داشتند و در سایر کارگاه‌ها، مسئولیت فنی کارگاه با فردی به جز مدیریت کارگاه بوده است. ظرفیت تبدیل ساعتی بیش از ۶۰ درصد کارگاه‌های شالیکوبی کمتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم در ساعت (کارگاه‌های کوچک‌مقیاس) بوده و تنها ۶/۷ درصد از آنها دارای ظرفیتی بیش از ۳۰۰۰ کیلوگرم در ساعت بودند. بیشترین ظرفیت تبدیل شلتوک سالیانه (۲۰۰۰-۱۰۰۰ تن در سال) به ۴۲/۷ درصد از کارگاه‌های برنجکوبی و کمترین آن‌ها (۱۳/۳ و ۱۴/۹ درصد به ترتیب به گروه‌های کمتر از ۱۰۰۰ و بین ۳۰۰۰-۲۰۰۰ تن در سال اختصاص داشت).

#### عوامل زراعی محیطی ضایعات شکستگی برنج سفید در استان گیلان

نتایج عوامل زراعی نشان داد که رعایت زمان برداشت برنج با نسبت تغییرات ۰/۳۶ و میانگین امتیاز ۴/۵۷ در اولویت عوامل زراعی قرار گرفت (جدول ۲). زمان برداشت شالی از عوامل مهم

1. Batch-type bed dryer  
2. Re-circulating Batch-type dryer  
3. Horizontal rotary dryer  
4. Wet basis

برنج با اعمال کود نیتروژن در مرحله گلدهی ۵۸ درصد بود، در حالی که این شاخص در صورت اعمال کود نیتروژن در مرحله پایانی رشد گیاه برنج در حدود ۴۷ درصد گزارش شد.

گرفت. نتایج تحقیقات مزرعه‌ای حاکی از آن بوده است که زمان اعمال کود نیتروژن از عوامل مهم در کاهش ضایعات شکستگی ارقام مختلف برنج بوده‌است. بر این اساس، Perez et al. (1996) گزارش کرد که راندمان برنج سفید سالم نوعی از شلتوک

جدول ۱. ویژگی‌های فردی اعضاء گروه تحقیق و مشخصات فنی کارگاه‌های شالیکوبی تحت مدیریت آن‌ها

ویژگی	سطح / طبقه	فراوانی	درصد	درصد تجمعی
سن مدیر کارگاه (سال)	۳۰-۴۰	۳	۴	۴
	۴۰-۵۰	۱۷	۲۲/۷	۲۶/۷
	۵۰-۶۰	۴۱	۵۴/۷	۸۱/۴
	> ۶۰	۱۴	۱۸/۷	۱۰۰
شرکت در دوره‌های کاربردی	بله	۲۳	۳۰/۷	۳۰/۷
	خیر	۵۲	۶۹/۳	۱۰۰
اپراتوری کارگاه با مدیر واحد	بله	۱۰	۱۳/۳	۱۳/۳
	خیر	۶۵	۸۶/۷	۱۰۰
ظرفیت تبدیل (کیلوگرم در ساعت)	۵۰۰-۱۰۰۰	۴۶	۶۱/۳	۶۱/۳
	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۲۴	۳۲	۹۳/۳
	۲۰۰۰-۳۰۰۰	۵	۶/۷	۱۰۰
میزان تبدیل سالیانه (تن در سال)	کمتر از ۱۰۰۰	۱۰	۱۳/۳	۱۳/۳
	۱۰۰۰-۲۰۰۰	۳۲	۴۲/۷	۵۶
	۲۰۰۰-۳۰۰۰	۱۱	۱۴/۷	۷۰/۷
	بیش از ۳۰۰۰	۲۲	۲۹/۳	۱۰۰

جدول ۲. مقایسه آماری عوامل زراعی ضایعات شکستگی برنج سفید در استان گیلان

عوامل	میانگین (Mean)	انحراف معیار (S.D.)	نسبت تغییرات (V.R.)
رعایت زمان مناسب برداشت برنج	۴/۵۷	۰/۶۴	۰/۳۶
تغییرات شرایط جوی (گرم شدن هوا در زمان رسیدگی محصول)	۴/۴۴	۰/۷۶	۰/۴۱
رعایت مقدار مصرف کود ازت	۳/۹۳	۰/۶۶	۰/۴۴
رعایت زمان مناسب کاشت برنج	۴/۰۵	۰/۷۵	۰/۴۸
تاخیر در جمع‌آوری شالی دروشده از سطح مزرعه	۴/۳۵	۰/۷۴	۰/۴۹
سه‌ماهه‌بندی زمانی نامناسب آب آبیاری	۴/۳۹	۰/۷۲	۰/۵۲
رعایت زمان قطع آبیاری (خشکی پایان دوره رشد شالی)	۴/۰۸	۰/۷۷	۰/۵۸

W kendall = ۰/۱۷\*\*\* ضریب دلبیوی کندال

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

واحدهای کوبنده در کمباین‌های غلات به شمار می‌روند (Kepner et al., 1987). استفاده از کوبنده‌ها و ضدکوبنده‌های نامناسب برای شالی (با اجسام کوبنده سوهانی) در کمباین‌هایی که اصطلاحاً کمباین گندم نامیده می‌شوند، از عوامل اصلی بروز ترک در دانه‌های برنج درون پوسته شلتوک و در نتیجه تضعیف آن‌ها در برابر تنش‌های مکانیکی دستگاه‌های تبدیل به شمار می‌روند، از این رو، جلوگیری از ورود کمباین‌های گندم از استان‌های مازندران و اردبیل در فصل برداشت به استان گیلان می‌تواند نقش مهمی در کنترل ضایعات برنج سفید اعمال کند.

عوامل فنی ضایعات شکستگی برنج سفید در استان گیلان "خرمنکوبی با کمباین‌ها یا خرمنکوب‌های نامناسب برای شالی" با میانگین امتیاز ۴/۷۵ در نظرات مدیران واحدهای شالیکوبی استان گیلان و نسبت تغییرات ۰/۲۵ مهمترین عامل فنی ضایعات شکستگی برنج در این استان معرفی گردید (جدول ۳). خرمنکوبی شالی از عملیات پس از برداشت است که به طرق مختلفی انجام می‌گیرد. نوع اجسام کوبنده در استوانه کوبنده، سرعت استوانه کوبنده و فاصله بین استوانه کوبنده و ضدکوبنده از عوامل تعیین‌کننده بر عملکرد این بخش از خرمنکوب‌ها یا

بیانگر آن بود که دانه‌های شلتوک با رطوبت بالا در مواجهه با هوای خشک‌کن با رطوبت نسبی پایین و دانه‌های شلتوک با رطوبت پایین در مواجهه با هوای خشک‌کن با رطوبت نسبی بالا، بیشترین درصد شکستگی را به دنبال داشتند. بنابراین، خشک کردن شلتوک با هر سطح رطوبتی اولیه با دمای هوای ثابت، منجر به بروز ترک در دانه‌های شلتوک و در نتیجه ضعف مکانیکی دانه‌های برنج در عملیات تبدیل و افزایش ضایعات شکستگی برنج سفید خواهد شد. برخی کاربران کارگاه‌های شالیکوبی با زمان‌بندی متناوب هوادهی با دمای محیط (مشعل خاموش) و خشک کردن با هوای گرم، هم به یکنواختی محتوای رطوبت در لایه‌های دانه شلتوک مرطوب کمک می‌کنند، هم زمان خشک کردن را با تخلیه هوای مرطوب محیط توده شلتوک، کاهش داده و انرژی ویژه خشک کردن را کاهش می‌دهند. در نتیجه، ضایعات شکستگی برنج در خشک‌کن‌های بستر خوابیده سنتی را کاهش می‌دهند. خشک کردن شلتوک، فرآیند پیچیده‌ای است که مستلزم کسب تجربه همراه با پشتوانه نظری قوی است که با همفکری مدیران کارگاه‌های برنجکوبی مجرب و محققین خشک کردن شلتوک تحقق خواهد یافت. در این میان، کمبود تحقیقات کاربردی در مقیاس خشک‌کن صنعتی شلتوک با زمینه اثرات مثبت تمپرینگ<sup>۱</sup> (استراحت دادن شلتوک با مشعل و فن خاموش در زمان‌بندی کار خشک‌کن شلتوک) از موضوعاتی است که باید مورد توجه محققین امر قرار گیرد. نتایج مثبت اعمال تمپرینگ در خشک‌های غلات به اثبات رسیده است (Maier & Bakker-Arkema, 2002).

"نوع سفیدکن برنج" با میانگین ۲/۸۱ و نسبت تغییرات ۰/۴۵ در رتبه سوم عوامل فنی ضایعات شکستگی برنج در استان گیلان قرار گرفت. تحقیقات نشان داده‌اند که مقدار دانه‌های برنج شکسته در فرآیند تبدیل تحت تاثیر نوع ماشین تبدیل قرار دارد (Firouzi & Alizadeh, 2011; Buggenhout *et al.*, 2013). بر اساس نظر Bond (2004) و Kohlwey (1992) در سفیدکن‌های سایشی، دانه‌های برنج تحت فشار ملایم و یکنواختی با یکدیگر در تماس هستند و در نتیجه در مقایسه با سفیدکن‌های اصطکاکی، ضایعات شکستگی کمتری را به دنبال دارند. با این حال، بر اساس نتایج تحقیق Firouzi & Alizadeh (2011)، گرچه حداقل مقدار ضایعات شکستگی برنج سفید در سفیدکن سایشی و در رطوبت تبدیل ۹-۸ درصد بر پایه تر دیده شد اما بین این مقدار شکستگی برنج سفید و مقدار متناظر آن در سفیدکن مالشی بدون تیغه در محتوای رطوبت تبدیل

در این رابطه، نتایج تحقیق (Alizadeh & Bagheri, 2009) به منظور مقایسه عملکرد مزرعه‌ای چهار روش خرمکوبی با خرمکوب تیلری، خرمکوب جریان‌محوری، خرمکوب تراکتوری و خرمکوبی با کوبنده کمباین‌های معمول گندم نشان داد که بیشترین درصد دانه‌های شلتوک پوست‌کنده شده و شکسته به خرمکوبی با کمباین‌های برداشت غلات مربوط می‌شد. کمباین‌های برنج مجهز به کوبنده و ضدکوبنده دندانه‌میخی ویژه خرمکوبی شالی هستند (Strivastava *et al.*, 2006). بنابراین، تعویض کوبنده و ضدکوبنده سوهانی در کمباین‌های غلات با انواع دندانه‌میخی مخصوص برنج، عملکرد آن‌ها در خرمکوبی شالی را به شکل مطلوبی اصلاح خواهد کرد. در این صورت، به دلیل قابلیت خردکنندگی بیشتر ساقه‌های سفت شالی در این کوبنده‌ها، می‌توان سرعت استوانه کوبنده که از عوامل مهم در شکستن و پوست‌کنده شدن دانه‌های شلتوک است را به نحو مطلوبی کاهش داد.

عامل "مدت‌زمان خشک کردن و دمای هوای خشک‌کن شلتوک" با میانگین توافق ۴/۵۵ و نسبت تغییرات ۰/۲۸ در اولویت دوم عوامل فنی ضایعات شکستگی برنج در استان گیلان قرار گرفت. خشک کردن شلتوک فرآیندی ترمودینامیکی است که در آن، رطوبت درون دانه شلتوک در اثر اختلاف فشار بخار بین دانه و هوای محیط کاهش می‌یابد (Anwarrul Haque *et al.*, 1997). انتقال رطوبت بین دانه شلتوک و هوای محیط به رطوبت نسبی هوای خشک‌کن و رطوبت دانه شلتوک بستگی دارد (Brian & Siebenmorgen, 1999). هنگامی که دانه شلتوک، رطوبت جذب می‌کند، لایه‌های بیرونی دانه به دلیل تورم تحت تنش‌های فشاری قرار می‌گیرد. تنش‌های مخالفی که درون دانه شکل می‌گیرند نیز منجر به تولید کشش در سلول‌های داخلی دانه می‌گردند. اگر تنش‌های داخلی افزایش پیدا کنند، ترک‌هایی در راستای عمود بر محور طولی دانه برنج بروز می‌کنند (Kunze & Hall, 1965). دانه‌های ترک‌دار عموماً در عملیات تبدیل می‌شکنند (Velupillai & Pandey, 1990).

محتوای رطوبت نهایی شلتوک نیز به عنوان یکی از عوامل موثر بر کیفیت تبدیل برنج سفید شناخته شده است (Kunze & Yan *et al.*, 1990; Prasad, 1978; Banaszek, & Siebenmorgen, 2005). دانه‌های شلتوک خیلی خشک و خیلی مرطوب در فرآیند تبدیل برنج بسیار حساس هستند و در نتیجه ضایعات شکستگی برنج تشدید می‌گردد. این نتیجه در تحقیقات متعددی مورد بررسی و تایید قرار گرفته است (Firouzi *et al.*, 2010a; Webb & Calderwood, 1977; Banaszek *et al.*, 1989). نتیجه تحقیق (Brian & Siebenmorgen (1999))

نظرات مدیران واحدهای شالیکوبی استان گیلان و نسبت تغییرات ۰/۱۷ به عنوان مهمترین عامل دانشی مهارتی ضایعات شکستگی برنج در این استان شناخته شد. خشک کردن شلتوک، بحرانی ترین عملیات پس از برداشت برنج است که تاخیر در اجرای آن، خشک کردن ناکافی یا خشک کردن غیرموثر شلتوک منجر به افت کیفی برنج سفید خواهد شد (IRRI, 2013). سرعت خشک شدن شلتوک با افزایش نرخ حجمی و دمای هوای خشک کن و کاهش رطوبت نسبی هوای محیط دانه شلتوک، افزایش می یابد (Thompson, 1998). بنابراین، تنظیمات خشک-کن ها از نظر مدت زمان خشک کردن شلتوک، دما و سرعت جریان هوای خشک کن به منظور حفظ کیفیت محصول نهایی بسیار تعیین کننده است. اجرای دقیق این تنظیمات بر عهده مکانیک کارگاه شالیکوبی است که معمولاً کاربر خط تبدیل نیز می باشد.

شلتوک ۸-۹ درصد بر پایه تر اختلاف معنی داری وجود نداشت. سفیدکن مالشی بدون تیغه، از نوع مالشی یا اصطکاکی است که به دلیل حذف تیغه در ساختمان آن، برخورد بسیار ملایمتری با دانه های شلتوک داشته و مورد توجه بسیاری از کارگاه های شالیکوبی استان گیلان قرار گرفته است (Firouzi & Alizadeh, 2011). فراوانی بالای کارگاه های شالیکوبی مجهز به سفیدکن مالشی بدون تیغه (۶۴ درصد از کل) که در بخش بررسی فنی کارگاه های شالیکوبی مورد مطالعه بیان شد (جدول ۱)، نشان-دهنده توجه ویژه کارگاه های شالیکوبی استان گیلان به کیفیت مطلوب تر تبدیل برنج در این نوع سفیدکن در مقایسه با سفیدکن تیغه ای سنتی است.

### عوامل دانشی مهارتی ضایعات شکستگی برنج سفید در استان گیلان

نتایج جدول ۴ بیانگر آن است که "سطح مهارت مکانیک در شناخت وضعیت اولیه شلتوک" با میانگین امتیاز ۴/۷۹ در

جدول ۳. مقایسه آماری عوامل فنی ضایعات شکستگی برنج سفید در استان گیلان

عوامل	میانگین (Mean)	انحراف معیار (S.D.)	نسبت تغییرات (V.R.)
خرمنکوبی با کمباین ها یا خرمنکوب های نامناسب برای شالی	۴/۷۵	۰/۴۴	۰/۲۵
مدت زمان خشک کردن و دمای هوای خشک کن شلتوک	۴/۵۵	۰/۸۸	۰/۲۸
نوع سفیدکن برنج	۲/۸۱	۰/۸۲	۰/۴۵
نوع پوست کن شلتوک	۳/۶۳	۰/۸۴	۰/۵۳
مکانیزاسیون تخلیه خشک کن ها و انتقال شلتوک به خط تبدیل	۲/۶۷	۰/۸۹	۰/۵۳
نوع خشک کن شلتوک	۴/۳۹	۰/۷۲	۰/۵۲

ضریب دبلیوی کندال W kendall = ۰/۷۰\*\*

\*\* معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۴. مقایسه آماری عوامل دانشی مهارتی ضایعات شکستگی برنج سفید در استان گیلان

عوامل	میانگین (Mean)	انحراف معیار (S.D.)	نسبت تغییرات (V.R.)
سطح مهارت مکانیک در شناخت وضعیت اولیه شلتوک	۴/۷۹	۰/۵۳	۰/۱۷
سطح مهارت مکانیک کارخانه در فرایند تبدیل شلتوک به برنج سفید	۴/۶۹	۰/۵۹	۰/۲۵
سطح مهارت کاربر خرمنکوب شالی	۴/۶۳	۰/۵۰	۰/۳۰
بالا بودن سطح سواد کارخانه داران	۴/۰۴	۰/۹۵	۰/۶۱
دسترسی به کارشناسان ماهر زراعت و تبدیل شالی	۳/۳۱	۱/۰۳	۰/۶۵
سطح سواد کشاورزان شالیکار	۳/۱۲	۱/۰۷	۰/۶۵

ضریب دبلیوی کندال W kendall = ۰/۵۵\*\*

\*\* معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

۰/۲۵ در اولویت دوم عوامل دانشی مهارتی ضایعات شکستگی برنج در استان گیلان قرار گرفت. فاصله غلتک های پوست کن

عامل "سطح مهارت مکانیک کارخانه در فرایند تبدیل شلتوک به برنج سفید" با میانگین توافقی ۴/۶۹ و نسبت تغییرات



تعیین کننده است. بررسی نسبت دانه‌های شلتوک پوست‌کنده- شده و شکسته ورودی به انبار کمباین و اجرای تنظیمات فوق تا زمان رسیدن به حداقل ضایعات شکستگی دانه‌های شلتوک از مهارت‌های مهم کاربر کمباین است که در نهایت در کاهش ضایعات شکستگی برنج سفید بسیار مهم است. به‌علاوه، کاربرد کمباین‌های مجهز به خرم‌نکوب سوهانی برای خرم‌نکوبی شالی مناسب نیستند. نتایج تحقیق (Alizadeh & Bagheri (2009 نشان داد که استفاده از کمباین‌های با کوبنده سوهانی (کمباین- های رایج گندم) به عنوان خرم‌نکوب شالی در مقایسه با خرم‌نکوبی با خرم‌نکوب‌های تیلری، جریان‌محوری و تراکتوری، ضایعات شکستگی بیشتری را برای شلتوک‌های ارقام خزر و هاشمی در پی داشت.

### عوامل اقتصادی ضایعات شکستگی برنج سفید در استان گیلان

بر اساس نتایج جدول رتبه‌بندی عوامل اقتصادی ضایعات شکستگی برنج در استان گیلان (جدول ۵)، عامل "کمبود منابع مالی به منظور نوسازی و بهینه‌سازی تجهیزات کارگاه‌های شالیکوبی" با میانگین امتیاز ۴/۳۳ در نظرات مدیران واحدهای شالیکوبی استان گیلان و نسبت تغییرات ۰/۴۴ مهم‌ترین عامل اقتصادی ضایعات شکستگی برنج در این استان معرفی گردید. همان‌طور که در بخش نتایج عوامل فنی گفته شد، عامل "نوع دستگاه‌های سفیدکن برنج و پوست‌کن شلتوک" از عوامل اثرگذار بر ضایعات شکستگی برنج هستند، ولی تغییر ساختار برنجکوبی‌ها مستلزم صرف هزینه‌های گزافی است و انجام این کار اغلب از عهده کارخانه‌داران شالیکوب خارج است.

عامل "هزینه‌بر بودن اجرای توصیه‌های به‌زراعی در زراعت برنج" با میانگین توافق ۳/۷۵ و نسبت تغییرات ۰/۴۴ در اولویت دوم عوامل اقتصادی ضایعات شکستگی برنج در استان گیلان قرار گرفت. "درآمد کم برنجکاری" با میانگین ۳/۴۷ و نسبت تغییرات ۰/۵۶ در رتبه سوم عوامل اقتصادی ضایعات شکستگی برنج در استان گیلان قرار گرفت. "عدم تناسب دستمزد تبدیل برنج با هزینه‌های تبدیل" با میانگین امتیاز ۳/۶۴ و نسبت تغییرات ۰/۶۰ در اولویت آخر نظرات مالکان کارگاه‌های شالیکوبی در زمینه عوامل اقتصادی ضایعات شکستگی برنج سفید قرار گرفت. محدودیت مالی کشاورزان شالیکار گیلانی در مطالعه Yousefzadeh & Firouzi (2016) نیز به عنوان یکی از موانع توسعه مکانیزاسیون کشت برنج در استان گیلان مورد تایید قرار گرفته‌است.

غلطکی لاستیکی، فاصله تیغه تا توپی سفیدکن در سفیدکن‌های تیغه‌ای و فشار دهانه خروجی سفیدکن می‌توانند از دلایل مهم در بروز شکستگی برنج سفید خروجی سیستم‌های تبدیل محسوب شوند. بر این اساس، مناسب‌ترین فاصله غلتک‌ها در پوست‌کن غلتکی لاستیکی آزمایشگاهی برای پوست‌کنی ارقام شلتوک خزر، بینام و سپیدرود در محدوده ۰/۴۵ تا ۰/۶۵ میلی- متر گزارش شده‌است (Tavakoli et al., 2002). تیمار شامل ۱۰ میلی‌متر فاصله توپی تا تیغه در سفیدکن‌های تیغه‌ای با نمره سیتکا یا صفحه سوراخ‌دار ۲۶، به عنوان بهترین تیمار برای تبدیل برنج رقم هاشمی در محدوده رطوبتی ۹-۸ درصد بر پایه تر معرفی گردید (Firouzi et al., 2010b). مطالعه Firouzi et al. (2005) نشان داد که کمترین مقدار شکستگی برنج ارقام بینام، خزر و غریب در محدوده محتوای رطوبتی ۹-۸ درصد بر پایه تر به ترتیب در فشار دهانه تخلیه سفیدکن مالشی دمشی<sup>۱</sup> ۱۲۵، ۱۲۵ و ۱۵۰ گرم بر سانتی‌مترمربع و نرخ تغذیه ۲۵۰، ۳۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در ساعت به دست آمد. اثر فشار در دهانه خروجی سفیدکن مالشی دمشی معادل اثر تغییر در اندازه دریچه تخلیه در سفیدکن تیغه‌ای سنتی و تغییر اندازه و محل استقرار وزنه‌های قابل تنظیم روی دریچه تخلیه در سفیدکن‌های سایشی افقی است. در مطالعه Ghavami et al. (2005) کمترین مقدار شکستگی برنج رقم دانه‌بلند خزر در سطح رطوبتی ۱۲-۱۰ درصد بر پایه تر، در سرعت دورانی توپی سفیدکن ۸۰۰ دور در دقیقه و سطح مقطع خروجی سفیدکن ۷۰۵ میلی‌مترمربع به دست آمد. تنظیم کلیه این عوامل ماشینی از وظایف مهم کاربر خط تبدیل شلتوک و یا اصطلاحاً مکانیک کارگاه شالیکوبی است. از این رو، بکارگیری مکانیک ماهر در واحدهای شالیکوبی و برگزاری کلاس‌های مهارتی برای این افراد امری ضروری است.

"سطح مهارت کاربر خرم‌نکوب شالی" با میانگین ۴/۶۳ و نسبت تغییرات ۰/۳۰ در رتبه سوم عوامل دانشی مهارتی ضایعات شکستگی برنج در استان گیلان قرار گرفت. همان‌طور که در توجیه عامل فنی نوع خرم‌نکوب گفته شد، صرف‌نظر از نوع خرم‌نکوب شالی یا نوع واحد کوبنده در کمباین برنج، عوامل فاصله بین استوانه کوبنده و صفحه ضدکوبنده و سرعت استوانه کوبنده از عوامل تعیین کننده در ضایعات شکستگی برنج به شمار می‌روند. لذا عامل مهارت کاربر خرم‌نکوب و یا کاربر کمباین برنج در کاهش ضایعات شکستگی برنج سفید بسیار

جدول ۵- مقایسه آماری عوامل اقتصادی ضایعات شکستگی برنج سفید در استان گیلان

عوامل	میانگین (Mean)	انحراف معیار (S.D.)	نسبت تغییرات (V.R.)
کمبود منابع مالی به منظور نوسازی و بهینه‌سازی کارخانه	۴/۳۳	۰/۵۵۷	۰/۴۴
هزینه بر بودن اجرای توصیه‌های به‌زراعی در زراعت برنج	۳/۷۵	۰/۶۸۰	۰/۴۴
درآمد کم برنجکاری	۳/۴۷	۱/۰۰۴	۰/۵۶
بالابودن قیمت نهاده‌های انرژی (گاز مایع، گازوئیل و برق)	۴/۰۷	۰/۹۳۵	۰/۵۷
عدم تناسب دستمزد تبدیل برنج با هزینه‌های تبدیل	۳/۶۴	۱/۱۱۱	۰/۶۰

W kendall = ۰/۱۹\*\*

ضریب دلبلیوی کندال

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

این اساس، ۷۵ درصد از مالکان کارگاه‌های شالیکوبی در مطالعه مذکور، خواهان شرکت در کارگاه‌های آموزشی بودند.

همچنین جدول ۶ نشان می‌دهد که عامل "اعطای تسهیلات ویژه به منظور بهینه‌سازی یا نوسازی خشک‌کن‌ها و دستگاه‌های تبدیل" با میانگین توافق ۴/۲۱ و نسبت تغییرات ۰/۳۷ در اولویت دوم عوامل سیاست‌گذاری ضایعات شکستگی برنج در استان گیلان قرار گرفت. بررسی فنی کارگاه‌های شالیکوبی استان بیانگر آن بود که ۹۴/۷ درصد از کارگاه‌های شالیکوبی مورد مطالعه تنها از خشک‌کن بسترخوابیده برای خشک‌کردن شلتوک استفاده می‌کنند. این نوع خشک‌کن، ساده‌ترین نوع خشک‌کن شلتوک است که بدون تغییرات قابل-توجهی در ساختار آن، برای خشک‌کردن شلتوک استفاده می-گردد. عمق بارگیری زیاد توده شلتوک و نبود مکانیزم هم‌زن شلتوک از ایرادات مهم در کاربرد این نوع خشک‌کن شلتوک در استان گیلان است. هم‌زدن شلتوک می‌تواند راندمان مصرف انرژی و درصد برنج سفید سالم شلتوک خشک‌شده در این نوع خشک‌کن را بهبود بخشد (IRRI, 2013). به منظور حل مسئله تغییرات محتوای رطوبت دانه‌های شلتوک در خشک‌کن بستر خوابیده و نیاز به هم‌زدن شلتوک، برخی راهکارهایی کاربردی در سایر کشورها بکار گرفته شده است که هزینه اجرای آن در مقایسه با خشک‌کن بسترخوابیده جریان وهله‌ای بسیار کمتر بوده و نیاز به مهارت کاربر را به شکل قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد. در این روش، با استقرار انشعابی فرعی به منظور هدایت هوای داغ خروجی مشعل به سمت برزنت قرارگرفته در بخش فوقانی خشک‌کن شلتوک، جهت جریان هوای خشک‌کن بسترخوابیده را متناوباً تغییر می‌دهند. بنابراین، یکنواختی تغییرات محتوای شلتوک در حال خشک‌شدن، به شکل قابل ملاحظه‌ای بهبود می‌یابد (IRRI, 2013).

### عوامل سیاست‌گذاری ضایعات شکستگی برنج سفید در استان گیلان

عامل "بالابردن اطلاعات فنی کارخانه‌داران از طریق برگزاری دوره‌های آموزشی کاربردی" با میانگین امتیاز ۴/۴۴ در نظرات مدیران واحدهای شالیکوبی استان گیلان و نسبت تغییرات ۰/۳۴ مهمترین عامل سیاست‌گذاری ضایعات شکستگی برنج در این استان معرفی گردید (جدول ۶). مروری بر نتایج عوامل فنی و دانشی مهارتی نشان می‌دهد که از میان عوامل فنی، عوامل "انتخاب نوع سفیدکن برنج" و "رعایت موارد فنی کار با خشک‌کن‌های شلتوک (زمان خشک‌کردن و دمای هوای خشک-کن)" و از میان عوامل دانشی مهارتی، عامل "سطح مهارت مکانیک کارخانه در شناخت وضعیت اولیه شلتوک" و "سطح مهارت مکانیک کارخانه شالیکوبی در اجرای تنظیمات اجزای سیستم تبدیل" به شکل مستقیم با عامل سیاست‌گذاری "بالابردن اطلاعات فنی کارخانه‌داران" ارتباط مستقیم دارد چرا که بر اساس نتایج اولیه تحقیق که حدوداً ۱۳/۳ درصد کارخانه‌داران مکانیک کارخانه نیز هستند به طور مستقیم نیازمند این آموزش‌ها هستند و یا آنکه جهت نظارت بر عملکرد صحیح مکانیک کارخانه به این مهارت‌ها نیازمندند. لذا اجرای دوره‌های آموزشی مدون و کاربردی به خصوص با بهره‌گیری تجارب اعضاء شرکت‌کننده که اغلب آن‌ها از مدیران مجرب واحدهای شالیکوبی استان هستند، تاثیر چشمگیری بر کاهش ضایعات شکستگی برنج سفید در استان گیلان خواهد داشت. در این راستا، (Kulatunga et al., 2009) به منظور بررسی نگرش صاحبان کارگاه‌های شالیکوبی سریلانکا به بکارگیری فناوری‌های نوین در صنعت شالیکوبی این کشور، تمایل این افراد به شرکت در کارگاه‌های آموزشی را مهم ارزیابی کردند. بر

استان گیلان است. پوست کن غلتکی لاستیکی رایج ترین پوست کن شلتوکی است که در کارگاه های تبدیل مدرن مورد استفاده قرار می گیرد. تحقیقات نشان دادند که کاربرد پوست کن غلتکی لاستیکی در خطوط تبدیل برنج، راندمان تبدیل برنج سفید سالم را افزایش داده یا به بیان ساده تر، ضایعات شکستگی برنج سفید را کاهش داده است. به علاوه، راندمان کل برنج سفید سالم نیز بهبود یافته است (Toqueo, 1977; Sarker & Farouk, 1989).

همان طور که نتایج عوامل فنی نیز نشان داد نوع سفیدکن و پوست کن به ترتیب در رتبه های سوم و چهارم عوامل فنی ضایعات شکستگی برنج در استان گیلان قرار گرفتند. این نتیجه گیری با نتیجه عامل اقتصادی کمبود منابع مالی به منظور نوسازی و بهینه سازی سیستم های تبدیل تایید گردید. بنابراین، اعطای تسهیلات کم بهره و با مدت زمان بازپرداخت طولانی جهت نوسازی و بهینه سازی مولفه های سیستم های تبدیل شلتوک از راهکارهای مهم کاهش ضایعات شکستگی برنج در

جدول ۶- مقایسه آماری عوامل سیاست گذاری ضایعات شکستگی برنج سفید در استان گیلان

عوامل	میانگین (Mean)	انحراف معیار (S.D.)	نسبت تغییرات (V.R.)
ارتقاء اطلاعات فنی کارخانه داران از طریق برگزاری دوره های آموزشی کاربردی	۴/۴۴	۱/۰۰	۰/۳۴
اعطای تسهیلات ویژه به منظور بهینه سازی یا نوسازی خشک کن ها و دستگاه های تبدیل	۴/۲۱	۰/۵۷	۰/۳۷
ارائه تسهیلات ویژه توسعه مکانیزاسیون برنج	۳/۹۵	۰/۷۰	۰/۴۸
نظارت بر عملکرد کارگاه های شالیکوبی	۳/۲۹	۱/۰۱	۰/۵۷
ایجاد ارتباط کارگاه های شالیکوبی با بخش صنعت	۳/۲۹	۱/۰۴	۰/۵۸
تدوین و تضمین اجرایی استانداردهای ویژه تبدیل برنج	۴/۱۲	۰/۸۵	۰/۶۰
تقویت تحقیقات کاربردی تبدیل شلتوک در سطح دانشگاه ها و موسسات تحقیقاتی	۳/۲۷	۰/۹۵	۰/۶۰
کندبودن روند اجرای طرح های تجهیز و نوسازی شالیزارها	۳/۸۳	۱/۲۳	۰/۶۲
اصلاح سیاست های واردات برنج	۳/۲۸	۱/۱۹	۰/۶۵
تدوین و اجرای سیاست های تشویقی کارگاه های با عملکرد مطلوب	۳/۶۸	۱/۱۴	۰/۶۹

W kendall = ۰/۲۷\*\*

ضریب دلبلیوی کندال

\*\* معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

درآمد کشاورزان به انجام به موقع عملیات زراعی به خصوص رعایت زمان برداشت برنج به عنوان مهمترین عامل زراعی مدنظر قرار گیرد.

#### دسته بندی گروهی عوامل ضایعات شکستگی برنج سفید در استان گیلان

نتایج نهایی (جدول ۷) نشان داد که عوامل اقتصادی و سیاست گذاری به ترتیب در اولویت اول و دوم عوامل ضایعات برنج در استان قرار گرفتند. مروری بر کلیه عوامل اعم از عوامل فنی و زراعی ودانشی مهارتی بیانگر آن است که تمامی این عوامل به نوعی ریشه در اقتصاد کشاورزان و کارخانه داران داشته و رفع مسائل اقتصادی این گروه ها که به طور مستقیم با ضایعات شکستگی برنج سفید مرتبط هستند مستلزم حمایت ویژه مالی و معنوی دولت است. کمک های مالی دولت در جهت آموزش کاربردی مدیران واحدهای شالیکوبی و حمایت مالی در بهینه سازی سیستم های تبدیل کارگاه های برنجکوبی اقدامی بنیادی است که بسیاری از مسائل و مشکلات اجتماعی جامعه

"ارائه تسهیلات ویژه توسعه مکانیزاسیون برنج" با میانگین ۳/۹۵ و نسبت تغییرات ۰/۴۸ در رتبه سوم عوامل سیاست گذاری ضایعات شکستگی برنج در استان گیلان قرار گرفت. مکانیزاسیون کشاورزی با تسریع در زمان کاشت محصول و رعایت زمان برداشت که از عوامل زراعی مورد شناسایی در این تحقیق بودند به شکل غیرمستقیم بر کاهش ضایعات شکستگی برنج کمک نماید. زمان برداشت برنج از عوامل مهمی است که اثر آن بر کیفیت تبدیل برنج سفید نهایی مورد تایید قرار گرفته است. تاخیر در زمان برداشت برنج به دلیل عدم دسترسی به نیروی کار ماهر، منجر به افزایش نسبت دانه های ترک دار می شود. بنابراین، ضایعات شکستگی برنج سفید افزایش می یابد (Siebenmorgen, et al., 2007; Bautista et al., 2009). از این رو، حمایت از توسعه مکانیزاسیون کشاورزی به منظور انجام به موقع عملیات برداشت برنج و در نتیجه کاهش ضایعات شکستگی برنج سفید از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این راستا، پرداخت تسهیلات مناسب جهت توسعه مکانیزاسیون برنج می تواند ضمن کاهش هزینه های تولید برنج و در نتیجه افزایش

شالیکاران گیلانی که ریشه در اقتصاد ضعیف آن‌ها دارد را حل نماید.

جدول ۷- مقایسه گروهی عوامل ضایعات شکستگی برنج سفید در استان

گیلان		
ردیف	عوامل	اولویت
۱	عوامل اقتصادی	۱
۲	عوامل سیاست‌گذاری	۲
۳	عوامل زراعی	۳
۴	عوامل فنی	۴
۵	عوامل دانشی مهارتی	۵
n= ۷۵; $\chi^2=283/64$ df=۴ $\alpha=0/000$		

### نتیجه‌گیری

بررسی عوامل ضایعات شکستگی برنج در استان گیلان نشان داد که علل متنوعی در قالب گروه‌های زراعی محیطی، فنی، دانشی

مهارتی، اقتصادی و سیاست‌گذاری در شکل‌گیری معضل ضایعات شکستگی برنج سفید دخالت دارند. بر این اساس، رعایت زمان مناسب برداشت، لحاظ موارد فنی عملیات خرمکوبی شالی، مهارت اپراتوری خشک‌کن، محدودیت‌های مالی کارخانه‌داران در نوسازی و بهینه‌سازی سیستم‌های تبدیل، و بالابردن دانش فنی مدیران کارگاه‌های برنجکوبی از شاخص‌ترین این عوامل بودند. مقایسه نهایی عوامل ضایعات شکستگی برنج سفید در استان گیلان نیز بیانگر اولویت عوامل اقتصادی بود. تحلیل‌ها نشان داد که بسیاری از عوامل فرارگرفته در سایر گروه‌ها، به نوعی ریشه در اقتصاد شالیکاران و مالکان کارگاه‌های شالیکوبی دارند. از این رو، به منظور تقلیل اثرات منفی ضایعات برنج در استان گیلان، ضروری است توجه به عوامل اقتصادی در اولویت برنامه‌های کلان منطقه‌ای و ملی قرار گیرد.

### REFERENSES

- Afzalnia, S., Shaker, M. & Zare, E. (2004) Comparison of different rice milling methods. *Canadian Biosystems Engineering*, 46(3), 63-66.
- Alizadeh, M. R., Minaei, S., Tavakoli, T. & Khoshtaghaza, M. H. (2006). Effect of de-awning on physical properties of paddy. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9, 1726-1731.
- Alizadeh, M. R. & Bagheri, I. (2009). Field performance evaluation of different rice threshing methods. *International Journal of Natural and Engineering Sciences (IJNES)*, 3(3), 139-143.
- Anwarul Haque, A.K.M., Choudhury, N.H., Quasem, M.A. & Arboleda, J.R. (1997). Rice post-harvest practices and loss estimates in Bangladesh- part III: Parboiling to milling. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa, and Latin America*, 28(3), 51-55.
- Azar, A. & Momeni, M. (2007). Statistics and application in management. Samt publication, Tehran, pp, 350. (In Farsi).
- Azizi, J. (2006). Economic evaluation of rice marketing strategies in Guilan Province. *Scientific and Research Journal of Agricultural Sciences*, 12(4), 715-728. (In Farsi).
- Banaszek, M.M. & Siebenmorgen, T.J. (1990). Head rice yield reduction rates caused by moisture adsorption. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 33(4), 1263-1269.
- Banaszek, M.M., Siebenmorgen T.J. & Sharp, R.N. (1989). Effects of moisture content at milling on head rice yield and degree of milling. University of Arkansas, Arkansas Farm Research, 38(2), 15.
- Bartlett, J.E., Kotrlík, J.W. & Higgins, C.C. (2001). "Organizational Research: Determining Appropriate sample Size in Survey Research". *Information Technology, Learning, and Performance Journal*, 19(1), pp 43-50.
- Bautista, R.C., Siebenmorgen, T.J. & Mauromoustakos, A. (2009) The role of rice individual kernel moisture content distributions at harvest on milling quality. *Transactions of the ASABE*, 52(5), 1611-1620.
- Bond, N. (2004). Rice milling. In: Champagne, E.T. (Ed.), *Rice: Chemistry and Technology*, third ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA, pp. 283-300.
- Brian, J.L. & Siebenmorgen, T.J. (1999). Environmental conditions causing milled rice kernel breakage in medium-grain varieties. *Cereal Chemistry*, 76(3), 426-427.
- Buggenhout, J., Brijs, K., Celus, I. & Delcour, J.A. (2013). The breakage susceptibility of raw and parboiled rice: A review. *Journal of Food Engineering*, 117, 304-315.
- Counce, P. A., Bryant, R. J., Bergman, C. J., Bautista, R. C., Wang, Y. A., Siebenmorgen, T. J., Moldenhauer, K. A. K. & Meullenet, J. F. C. (2005). Rice milling quality, grain dimensions, and starch branching as affected by high night temperatures. *Cereal Chemistry*, 82, 645-648.
- Dilday, R.H. (1988). Effect of nitrogen fertilizer on milling quality of rice (*Oryza Sativa*). *Proceedings Arkansas Academy of Science*, 42, 26-27.
- Farahmandfar, R., Farahmandfar, E. & Ramezani, A. (2009). Physical properties of rough rice. *International Journal of Food Engineering*, 5(5), 1-10.
- Firouzi, S. & Alizadeh M.R. (2015). Milling Yield Indexes and Bending Rupture Force of Rice as Affected by the Harvest Time and Milling Moisture Content. *Iran Science of Mechanics in Agricultural Machinery*, 2(2), 15-27. (In Farsi).
- Firouzi, S., Alizadeh, M.R. & Minaei, S. (2010a). Effect of rollers differential speed and paddy moisture content on performance of rubber roll

- husker. *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 4(3), 37-42.
- Firouzi, S., Alizadeh, M.R. & Minaei, S. (2010b). Effect of the size of perforated screen and blade-rotor clearance on the performance of Englebreg rice whitener. *African Journal of Agricultural Research*, 1(3), 31-44.
- Firouzi, S. & Alizadeh, M. R. (2011) Effect of whitener type and paddy moisture content on rice grain damage during milling process. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 10(3), 470-474.
- Firouzi, S., Minaei, S., Payman, S.H. & Fotohi, H. (2005). Investigation on the effects of feed rate and pressure at the rice outlet on the broken milled rice in rice jet-pearler. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 5(9), 941-946. (In Farsi).
- Ghavami, S., Borghei, A. & Tabatabaeefar, S.A. (2005). Effects of hub round speed and outlet area in milling machine on breakage of rice grains. *Iran Journal of Agricultural Engineering Research*, 6(22), 53-66. (In Farsi).
- Guilan's Organization of Jihad-e Agriculture, Iran. (2014). Annual statistics, Rice section, pp:2. (In farsi).
- Heiko, A. (2012). Consensus measurement in Delphi studies: review and implications for future quality assurance. *Technological Forecasting and Social Change*, 79 (8), 1525-1536.
- Iran's Ministry of Jihad-eAgriculture. (2013). Annual statistics of Agriculture. Department of Planning and Economy, Center of Information and Communication Technology, p. 62. From <http://dpe.agri-jahad.ir/portal/Home/Default.aspx?CategoryID=117564e0-507c-4565-9659-fbabfb4acb9b> (In Farsi).
- IRRI. (2013). Paddy Drying. International Rice Research Institute (IRRI), Postharvest Unit, CESD, Version 2, October 2013, p. 51.
- Juma Omar, S. & Yamashita, R. (1987) Rice drying, Husking and Milling, Part II Husking. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 18(3), 53-56.
- Kepner, R. A., Bainer, R. & Barger, E. L. (1987). Principles of Farm Machinery. The AVI Publishing Company, Inc., USA pp, 302.
- Kavousi, Sh., Ebrahimpour Azbari, M. & Khayati, M. (2010). Analysis of productivity of rice processing industries in Guilan Province with the production function approach and Data envelopment Analysis (DEA). *Iran Economic Science Journal*, 12, 81-95. (In Farsi).
- Kohlwey, D.E. (1992). The quest for the whole grain in rice milling. *Cereal Foods World*, 37(8), 633-634.
- Kulatunga, A.K., Dissanayake, T.M.R., Rathnayake, H.M.A.P. & Lufthi A. (2009). Rice mill owners' attitudes towards implementing new process and productivity improvement techniques. Proceedings of the Peradeniya University Research Sessions, Sri Lanka, December 2009, 14, 412-414.
- Kunze, O.R. & Hall, C.W. (1965). Relative humidity changes that cause brown rice to crack. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 8:396-399, 405.
- Kunze, O.R. & Prasad, S. (1978). Grain fissuring potentials in harvesting and drying rice. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 21(2), 361-266.
- Maier, D.E. & Bakker-Arkema, F.W. (2002). Grain drying systems. In Facility Design Conference of Grain Elevator & Processing Society. Minneapolis, Minn.: GEAPS. 2002. p, 53.
- Lanning, S. B., Siebenmorgen, T. J., Counce, P. A., Ambardekar, A. A. & Mauromoustakos, A. (2011). Extreme nighttime air temperatures in 2010 impact rice chalkiness and milling quality. *Field Crops Research*, 124, 132-136.
- Leesawatwong, M., Jamjod, S., Kuo, J., Dell, B. & Rerkasem, B. (2005). Nitrogen fertilizer increases seed protein and milling quality of rice. *Cereal Chemistry*, 82(5), 588-593.
- Ntanos, D., Philippou, N. & Hadjisavva-Zinoviadi, S. (1996). Effect of rice harvest time on milling yield and grain breakage. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 15(1), 23-28.
- Pansalan, T.G. & Uriarte, G.G. (1987). Statistics: a Simplified Approach. First edition, REX Book Store, Manila, Philippine, p, 215.
- Payman, S. (1999). Study of rice milling systems in Iran and other countries. Proceedings of 17<sup>th</sup> Iranian Rice Seminar, Karaj, Iran, pp, 28-29. (In Farsi).
- Payman, S. H., Azizi, J., Pajouhande, M. & Nikkhah, A. (2014). Economic evaluation of harvesting rice methods in Guilan, The 8th National Congress on Agr. Machinery Eng. (Biosystem) & Mechanization, 29-31 January, 2014, Mashhad, Iran. (In Farsi).
- Perez, C. M., Juliano, B., Liboon, S., Alcantara, J. M. & Cassman, K. G. (1996). Effects of late nitrogen fertilizer application on head rice yield, protein content, and grain quality of rice. *Cereal Chemistry*, 73, 556-560.
- Rabbani, G. H. (2009) New ideas and concepts, Rice bran: A nutrient-dense mill-waste for human nutrition. *The Orion Medical Journal*, Sep; 32(3), 694-701.
- Sabori, S. (2002). Determination of the best depth of paddy residence in batch-type bed dryer. Final report of research project, Rice Research Institute of Iran (RRII), Registration No. 81/454, June, 2002, p, 27.
- Saikia, D. & Deka S. C. (2011) Cereals: from staple food to nutraceuticals. *International Food Research Journal*, 18, 21-30.
- Sarker, N. N. & Farouk, S. M. (1989). Some factors causing rice milling loss in Bangladesh. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 20, 49-52.
- Shitanda, D., Nishiyama, Y. & Koide, S. (2002). Compressive strength properties of rough rice

- considering variation of contact area. *Journal of Food Engineering*, 53, 53–58.
- Siebenmorgen, T.J., Bautista R.C. & Counce P.A. (2006). Optimal harvest moisture contents for maximizing rice milling quality. *Rice Quality Process*. B.R. Wells Research Studies, pp: 390-401.
- Siebenmorgen, T.J., Bautista, R.C. & Counce, P.A. (2007). Optimal harvest moisture contents for maximizing milling quality of long- and medium-grain rice cultivars. *Applied Engineering in Agriculture*, 23(4), 517-527.
- Srivastava, A. K., Goering, C. E., Rohrbach, R. P. & Buckmaster, D. R. (2006). *Engineering Principles of Agricultural Machines*. 2nd Edition, American Society of Agricultural and Biological Engineers. ST Josef, Michigan, USA.
- Tajaddodi Talab, K., Nordin Ibrahim, M., Spotar, S., Talib, R. A. & Muhammad, K. (2012). Glass Transition Temperature, Mechanical Properties of Rice and their Relationships with Milling Quality. *International Journal of Food Engineering*, 8(3): Art. 9.
- Tavakoli, T., Payman, M. H., Alizadeh, M. R. & Khoshtaghaza, M. H. (2002). Effect of moisture content and linear speed on paddy dehulling quality, Proceedings International conference on Agricultural Engineering, BUDAPEST pp. 168-169.
- Thompson, J.F. (1998). Principles of Rice Drying. Jun 30, 1998, Available on: [www.kcomfg.com/\\_docs/pdfs/principles\\_of\\_rice\\_drying.pdf](http://www.kcomfg.com/_docs/pdfs/principles_of_rice_drying.pdf)
- Toquero, Z., Marana, C., Ebron, L. & Duff, B. (1977). Assessing quantitative and qualitative losses in Rice post-production System. Paper presented at FAO work shop on post-harvest rice losses. Alor Star, Malaysia, March, 1977.
- Velupillai, L. & Pandey, J.P. (1990). The impact of fissured rice on mill yield. *Cereal Chemistry*, 67(2), 118-124.
- Webb, B.D. & Calderwood, D.L. (1977). Relationship of moisture content to degree of milling in rice. *Cereal Foods World*, 22: 484.
- Yan T.Y., Hong, J.H. & Chung, J.H. (2005). A prediction of white improved method for the embryo in vertical mill. *Biosystems Engineering*, 49, 303-309.
- Yousefzadeh, S. & Firouzi, S. (2016). The study of the factors affecting the development of mechanization of rice cultivation in Guilan province by Delphi technique. *Iranian Journal of Biosystem Engineering*, Article 9, 47(1), 83-92. (In Farsi).