بررسی اثرات سه روش برداشت بر شکستگی دانه در دو واریته محلی برنج اصفهان

سید جلیل رضوی[1*] و آقا فخر میر لوحی[2]

۱- استادیار گروه ماشینهای کشاورزی، ۲- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی اصفهان،

* e-mail: jrazavi@cc.iut.ac.ir

چکیده:

تحقیق حاضر به منظور بررسی اثرات روشهای مختلف برداشت بر شکستگی دانه در دو واریته محلی برنج اصفهان انجام شد. عملیات برداشت محصول با کمباین، درو دستی و خرمنکوبی با خرمنکوب برنج و درو دستی و خرمنکوبی با تراکتور در دو تاریخ مختلف و در یک طرح اسپلیت اسپلیت پلات صورت گرفت. واریته های کاشته شده شامل واریته نوگران و واریته ۲۱۳ بود که به فاصله یک هفته و در دو تاریخ برداشت گردید و نمونه های بدست آمده پس از خشک شدن در شرایط هوای آزاد، به کارگاه برنجکوبی جهت سفید تبدیل حمل و با عبور از دستگاه بوجاری و ۲ دستگاه پوست کن و ۳ دستگاه سفید کن برای تعیین درصد شکستگی به آزمایشگاه منتقل گردید. نتایج بررسی حاکی از این بود که واریته نوگران نسبت به واریته ۲۱۳ نسبت به برداشت مکانیکی حساسیت بیشتری داشته و میزان شکستگی تفاوت معنی داری را نشان می دهد. همچنین روش برداشت با کمباین تفاوت معنی داری از نظر شکستگی دانه با دو روش دیگر داشته و بالاترین ضایعات تبدیل را داشته است. خرمنکوبی با تراکتور کمترین میزان ضایعات را داشته است.

کلمات کلیدی: برنج، برداشت مکانیکی، شکستگی دانه، ضریب تبدیل

مقدمه:

برنج (*Oryza Sativa L.*) با سطح زیر کشت در حدود ۱۵۷ میلیون هکتار و با میزان تولید ۶۵۰ میلیون تن شلتوک در سال ۲۰۰۷ در جهان یکی از اصلی ترین منابع غذایی بشر محسوب می گردد. در ایران در سال ۲۰۰۷ حدود ۶۳۰ هزار هکتار از اراضی زراعی با تولید تقریبی ۳/۵ میلیون تن شلتوک و متوسط عملکرد ۴/۱ تن بر هکتار به کشت برنج اختصاص داشته است (۱). سطح زیر کشت برنج در استان اصفهان در سال زراعی ۸۱-۸۰ بالغ بر ۱۲۸۰۰ هکتار با تولید تقریبی ۷۳ هزار تن شلتوک و متوسط عملکرد ۵۲۷۸ کیلوگرم بوده است (۴). ارزش اقتصادی برنج سفید به دست آمده از فرآیند تبدیل شلتوک بستگی به کیفیت و کمیت تبدیل دارد. ضایعات برنج در مرحله تبدیل به صورت برنج خرده بوده که با افزایش درصد خرده برنج، ارزش اقتصادی محصول تولید شده نیز کاهش می یابد. ارزش اقتصادی شلتوک تولیدی در استان اصفهان در سال ۱۳۷۳ بالغ بر هفتاد میلیارد ریال برآورد گردیده است(۲). از جمله عوامل تاثیر گذار بر ارزش تجارتی این محصول نسبت برنج سفید بدست آمده به صورت سالم بعد از فرآیند برنج کوبی می باشد. میزان شکستگی دانه و بعبارتی درصد برنج خرده در مقیاسهای نسبتا بالا و تا حدود ۲۵ الی ۳۰ درصد و حتی ۵۰ درصد به طور غیر رسمی توسط برنجکاران محلی در استان اصفهان گزارش شده است. چنانچه حتی با اعداد مذکور به طور محتاطانه برخورد نماییم و کمترین میزان ضایعات برنج را، یعنی ۲۵ درصد در نظر بگیریم، با احتساب ضریب تبدیل شلتوک به برنج سفید حدود ۶۰ درصد چنین تخمین زده می شود که از مجموع حدود ۶۵ هزار تن شلتوک تولیدی در همان سال در استان اصفهان به طور تقریب ۱۰ هزار تن برنج خرده بدست می آید که بدلیل ارزش اقتصادی پایین تر برنج خرده برنجکاران استان مبلغ قابل توجهی متضرر می گردند.

در تعیین ارزش اقتصادی شلتوک تبدیل شده به برنج سفید، شاخص کیفیت تبدیل و یا بازده تبدیل مورد استناد قرار می گیرد. بر حسب تعریف، بازده تبدیل به مقدار دانه برنج سالم و برنج خرده که در مرحله تبدیل با میزان سفیدشدگی مطلوب حاصل می آید، اطلاق می گردد و معمولا بر حسب درصدی از کل برنج قهوه ای گزارش می گردد. بر اساس استانداردهای جهانی برنج سالم به برنجی اطلاق می گردد که طول دانه به نسبت حداقل سه چهارم طول دانه قبل از سفید کردن باشد(۲). شکستگی دانه عموما در زمان تبدیل برنج قهوه ای به برنج سفید بوقوع می پیوندد و تحت تاثیر چهار دسته عوامل محیطی، عوامل ژنتیکی (واریته ای) و عوامل فنی (مکانیکی) و عوامل مدیریت زراعی می باشد. نتایج مطالعه اثرات برداشت مکانیکی و عوامل موثر بر جنبه های کمی و کیفی محصول برنج از دهه ۱۹۳۰ میلادی گزارش شده است. در سالهای اخیر با توسعه

واریته های جدید برنج ضرورت انجام این بررسی ها بیشتر احساس می شود. ضایعات برنج و به طور مشخص شکستگی دانه تحت تاثیر چهار عامل کلی عوامل محیطی، عوامل ژنتیکی یا واریته ای، عوامل مکانیکی یا فنی و عوامل مدیریت مزرعه ای واقع می گردد. هر کدام از عوامل فوق در بر گیرنده عوامل خاص تری می باشد که در صورت در نظر گرفتن تعامل تمامی این عوامل ممکن است که بیش از ۱۰۰ حالت ترکیبی و وضعیت مختلف برای شناسایی میزان ضایعات تحت تاثیر این عوامل موجود باشد. بدیهی است که تفکیک میزان تاثیرگذاری هر دسته از عوامل فوق و زیر مجموعه های آنها کاری بس دشوار می باشد. مطالعات صورت گرفته عموما به صورت مجرد و یا در حد محدود با چند عامل به بررسی موضوع ضایعات برنج پرداخته اند. در ذیل به برخی نتایج حاصله از این مطالعات پرداخته می شود. شکل ۱ برخی از زیر مجموعه های عوامل چهارگانه تاثیر گذار بر بازده تبدیل و شکستگی دانه برنج را نشان می دهد. عامل محتوی رطوبتی دانه در زمان برداشت در میان عوامل تاثیرگذار محصول بیشترین توجه را به خود معطوف نموده است و بسیاری از مقالات در این زمینه به نقش این عامل به صورت مجرد یا در تعامل با دیگر عوامل اشاره داشته اند. رطوبت به طور کلی در زیر مجموعه عوامل محیطی قرار می گیرد.

اسمیت و همکاران در ۱۹۳۸ در بررسی های خود در دو ایالت ارکانزاس و تگزاس آمریکا نشان دادند که برنج برداشت شده با رطوبت ۲۳۰ تا ۲۸۰ گرم بر کیلوگرم بیشترین عملکرد دانه بعد از خشک نمودن محصول و بالاترین میزان برنج سالم (Head Rice) را بدست داده است. ایشان از واریته های دانه بلند، متوسط و کوتاه در بررسی های خود استفاده نموده بودند. مک نیل (۱۹۵۰) در ایالت ارکانزاس آمریکا بالاترین میزان بازده تبدیل شلتوک خشک به برنج سفید را در شرایطی به دست آورد که رطوبت دانه در زمان برداشت و خرمن کوبی بین ۱۶۰ و ۲۴۰ گرم بر کیلوگرم بود. وی در مطالعات خود از چهار واریته Zenith، Rexark، Nira و Prelude استفاده نمود که شکستگی دانه برنج را با پنج عامل واریته، وضعیت دانه، سرعت استوانه کوبنده دستگاه کوبش، فاصله استوانه کوبنده با صفحه ضد کوبنده، وضعیت استوانه کوبنده و صفحه کوبنده در کمباین مرتبط دانسته است. وی همچنین بهترین سطح رطوبت در زمان خرمنکوبی شلتوک را برای بدست آوردن بالاترین کیفیت تبدیل بین ۱۶ تا ۲۴ درصد عنوان نموده است. وی نتیجه گیری نمود که برای بدست آوردن درصد برنج سالم بیشتر از سرعت مناسب کوبنده و فاصله کوبنده و ضد کوبنده مشخصی برای واریته های متفاوت باید استفاده نمود. محققین دیگر(Kester et al.,۱۹۶۳; Morse et al., ۱۹۶۷; Calderwood et al., ۱۹۸۰) نیز به بررسی عامل رطوبت دانه و اثر آن بر بازده تبدیل پرداختند که در تعامل با نوع واریته نتایج متفاوتی را گزارش نموده اند. به طور کلی بهترین بازده تبدیل زمانی بدست می آید که رطوبت در زمان برداشت محصول بسته به نوع واریته در یک طیف مشخصی بین حدود ۱۴ تا ۲۲ درصد باشد. هر چه رطوبت کمتر گردد احتمال کاهش بازده تبدیل بیشتر می شود. چاک خوردگی یا شکاف (Fissure) که در اثر جذب رطوبت توسط دانه های با محتوی رطوبتی پایین بو جود می آید، یک وضعیت طبیعی می باشد که موجب کاهش میزان برنج سالم و در نتیجه کاهش ارزش اقتصادی برنج سفید شده می گردد. چنین شرایطی زمانی به وقوع می پیوندد که برنج رسیده از نظر فیزیولوژیکی در معرض رطوبت نسبی بالای محیط و یا بارندگی قرار گرفته است. عوامل مدیریت مزرعه ای همانند زمان کود دهی، لزوم و زمان تخلیه زمین از آب قبل از برداشت محصول بر چاک خوردگی دانه می تواند اثر بگذارد.

شکستگی دانه در اثر تنش های مکانیکی ناشی از خرمن کوبی و همچنین عبور دانه از دستگاه سعید کن حادث می گردد که در دانه های دارای شکاف یا چاک این وضعیت تشدید می گردد. ترک خوردگی(Cracking) حالت بو جود آمده ناشی از تغییرات سریع رطوبت نسبی محیط، تنش های محیطی در دوره رسیدگی دانه و تاخیر در برداشت می باشد که منجر به کاهش محتوی رطوبتی دانه می شود(Dilday, ۱۹۸۹). دلایلی همچون دور استوانه کوبنده کمباین در ایجاد ترک خوردگی و شکاف در دانه جزو عوامل طبیعی قلمداد نمی گردد. اما به دلیل شرایط خاص محیطی که دانه از آن باید عبور نماید می تواند بر آسیب رسانی به دانه تاثیر گذار باشد. ضایعات برنج در برداشت مکانیکی با کمباین به دو صورت ریزش در قسمتهای مختلف و همچنین بروز شکستگی دانه حادث می گردد. مک نیل(۱۹۴۸) چهار نوع تلفات برداشت برنج با کمباین را گزارش نموده است که عبارتند از تلفات تیغه برش، سیلندر دستگاه کوبش، کاه پرانها در دستگاه جدایش و تلفات غربال ها در دستگاه تمیزش. وی همچنین در ۱۹۵۰ تلفات کوبش و جدایش را به عامل نرخ بالای تغذیه مواد شامل دانه و کاه به داخل کمباین گزارش نمود. مک نیل علت بروز تلفات شکستگی دانه را با پنج عامل نوع واریته، وضعیت دانه، دور یا سرعت دورانی استوانه کوبنده، فاصله صفحه ضد کوبنده از استوانه کوبش و وضعیت استوانه کوبنده و صفحه ضد کوبنده مرتبط دانسته است.

به اعتقاد وی سرعت استوانه کوبنده و فاصله با صفحه ضد کوبنده باید متناسب با واریته و مرحله رسیدگی محصول انتخاب گردد تا حداکثر بازده تبدیل و به عبارت دیگر کمترین تلفات شکستگی حاصل آید. Dilday(۱۹۸۰) اثرات محتوی رطوبتی دانه و سرعت استوانه کوبنده را بر کیفیت سفید کردن برنج مورد بررسی قرار داد. وی نتیجه گیری نمود که سرعت ۶۰۰ دور بر دقیقه استوانه کوبنده در مقایسه با ۱۰۰۰ RPM بیشترین بازده تبدیل را داشته است. وی همچنین عنوان نموده است که بازده تبدیل با کاهش محتوی رطوبتی دانه در محدوده ۱۲ تا ۲۶ درصد در زمان برداشت به طور معنی داری کاهش می یابد. Berrio و Cuevaz-Perez (۱۹۸۹) اثرات تاخیر در برداشت برنج را به ترتیب با فواصل ۱ و ۲ هفته و کوبش شلتوک (خرمن کوبی) را بلافاصله پس از برداشت و با فاصله ۴ روز بر بازده تبدیل برای ۱۶ واریته مختلف مورد مطالعه قرار دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که تاخیر در برداشت موجب ۳ درصد کاهش در بازده تبدیل و تاخیر در کوبش شلتوک موجب کاهش برنج سالم به میزان ۵/۸ درصد می گردد. اثرات عکس العمل واریته های مختلف به عامل تاخیر در برداشت و تاخیر در کوبش متفاوت بوده است. میاه و همکاران (۱۹۹۴) اثر ۴ روش خرمن کوبی بر بازده کوبش، درصد آسیب دیدگی دانه و میزان شلتوک کوبیده نشده را مورد بررسی قرار دادند. نتایج گزارش شده توسط ایشان حاکی از این است که از چهار روش خرمن کوب پایی، خرمن کوبی با دام، استوانه ضربه ای و کوبش دستی ، بیشترین بازده کوبش صرفنظر از نوع واریته با خرمن کوب پایی بدست آمد. کوبش دستی کمترین میزان آسیب به دانه را در مقایسه با دیگر روشها داشته است اگرچه بین کوبش دستی و خرمن کوب پایی تفاوت معنی داری مشاهده نشده است. اندروز و همکاران (۱۹۹۳) در تحقیقی اثر پارامترهای عملکردی یک کمباین رو تاری (دوار) بر تلفات برداشت برنج و بازده تبدیل ۲ واریته دانه بلند Newbonnet و Lemont را مورد بررسی قرار دادند. نتایج بدست آمده از این تحقیق به طور خلاصه حاکی است که از بین عوامل مختلف مورد آزمایش میزان تغذیه مواد به داخل دستگاه کوبش بیشترین تاثیر بر تلفات دانه را داشته است و هر چه میزان تغذیه(kg/s) افزایش داشته مقدار تلفات برداشت نیز بیشتر شده است. همچنین نسبت مواد غیر دانه ای به دانه(MOG/G) نیز به طور معنی داری بر تلفات دانه تاثیر گذاشته است اگرچه با کاهش میزان تغذیه اثر منفی نسبت مواد دانه ای به دانه بر تلفات نیز کاهش پیدا کرده است. اثر این نسبت بر تلفات بین ۲ واریته متفاوت بوده و در واریته Lemont تلفات بیشتری مشاهده شده است. محتوی رطوبت نیز به طور مستقیم اثر معنی داری بر تلفات در واریته Newbonnet و اثر معکوس برای واریته Lemont داشته است. با افزایش رطوبت تلفات برداشت با میزان تغذیه مشخصی افزایش یافته است. سرعت دورانی رو تور در دستگاه کوبش نیز اثر معنی داری بر تلفات داشته است. این اثر در ۲ واریته متفاوت بوده ولی به طور کلی با افزایش سرعت دورانی رو تور نرخ تلفات از یک آهنگ کمتری برخوردار بوده است. فاصله صفحه ضد کوبنده از رو تور نیز اثر معنی داری بر تلفات داشته است که در دو واریته تقریبا از یک روند مشابه تبعیت نموده که از بین سه فاصله ۱، ۳ و ۵ سانتیمتر، فاصله ۳ سانتیمتر نرخ تلفات کمتری داشته است. بازده تبدیل برای هر دو واریته در روش برداشت با کمباین و برداشت دستی از روند مشابهی تبعیت نموده است و در برداشت با کمباین بازده تبدیل کمتری بدست آمده است، اگرچه این تفاوت زیاد نبوده (۰/۸ درصد) و به گفته ایشان علت این کاهش بیشتر بر اساس شرایط مزرعه بوده تا بر مبنای تنظیمات کمباین. نتیجه گیری کلی ایشان از این تحقیق بیانگر این مطلب است که تفاوتهای مشاهده شده در نتایج بیشتر به تفاوت در اختلاف طول دانه این دو واریته و رطوبت های میانگین که در زمان برداشت آزمایشات صورت گرفته معطوف می گردد. محققین مختلفی اثرات برداشت مکانیکی با کمباین را با شرایط محیطی مختلف برای محصولات متفاوتی بخیر از برنج نیز بررسی نموده اند که نتایج مشابهی را از نقطه نظر تلفات برداشت بدست آورده اند(Nyborg,۱۹۶۴; Mailander et al., ۱۹۸۳; Haffer et al.,۱۹۹۱). در مورد برنج آنچه که مهم است این مطلب است که در حالیکه کمیت برداشت و کاهش تلفات ریزش مهم می باشد، در عین حال کیفیت برداشت و مشخصا اثر مؤلفه های عملکردی ماشین بر شکستگی دانه نیز برای دستیابی به حداکثر بازده تبدیل از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد.

اهداف:

هدف از اجرای طرح تحقیقاتی حاضر پرداختن به بخشی از عوامل موثر بر شکستگی دانه برنج و ضایعات آن بوده است. مشخصا هدف از اجرای این طرح بررسی تاثیر سه روش برداشت مرسوم در منطقه اصفهان بر میزان شکستگی دانه در دو واریته محلی برنج بوده است. سه روش برداشت عبارتند از: برداشت باکمباین غلات، برداشت دستی وخرمن کوبی باخرمن کوب برنج و برداشت دستی و خرمن کوبی با تراکتور. اهداف اختصاصی این تحقیق عبارتند از:

۱- تعیین تاثیر روشهای برداشت بر میزان شکستگی دانه
۲- تعیین تاثیر میزان رطوبت هنگام برداشت بر میزان شکستگی دانه
۳- تعیین تاثیر متقابل روشهای برداشت و میزان رطوبت
۴- تعیین تاثیر نوع واریته بر میزان شکستگی دانه
۵- تعیین تاثیر متقابل نوع واریته و روشهای برداشت.

مواد و روشها:

متغیرهای مستقل در این تحقیق به شرح ذیل انتخاب گردید:

* واریته برنج در ۲ سطح شامل واریته ۲۱۳ و نو گران که واریته های محلی اصفهان می باشند.
* روش برداشت شامل سه روش برداشت با کمباین، برداشت دستی و خرمن کوبی با خرمن کوب برنج و برداشت دستی و خرمن کوبی با چرخ تراکتور.
* تاریخ برداشت در دو سطح، تاریخ اول زمانی که کل خوشه ها زرد شده بودند و رطوبت بین ۲۰ الی ۲۵ درصد بود. تاریخ دوم برداشت یک هفته بعد از تاریخ برداشت اول انتخاب گردید.

متغییر وابسته تحقیق عبارت بود از درصد شکستگی دانه در مرحله تبدیل شلتوک به برنج سفید. محل انجام طرح در مزرعه آموزشی- تحقیقاتی لورک وابسته به دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان بود که بدین منظور زمینی در سه قطعه هر کدام به ابعاد ۳۰×۵۴ متر به منظور کاشت برنج انتخاب و عملیات تهیه زمین و شله زنی انجام شد. بدلیل عدم سابقه کشت برنج و شله زنی در زمین مورد نظر، عمق شله نسبتا عمیق بود و بنابراین پس از اتمام عملیات شله زنی، ناچارا به مدت دو هفته زمین برای نشست و تثبیت ذرات معلق خاک رها و صرفا سطح آب برای جلوگیری از ترک خوردگی سطحی به میزان لازم حفظ گردید. نشاء مورد نیاز از طریق مدیریت ترویج سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی استان اصفهان از یکی از کشاورزان نمونه شهرستان مبارکه تهیه و به مزرعه لورک برای نشاءکاری در زمین طرح منتقل گردید. عملیات نشاءکاری به صورت دستی در اواخر خرداد ماه وبا تراکم بوته معمول در منطقه صورت گرفت. نشاءکاری به طول ۳۰ متر در امتداد عرض پلاتهای آزمایشی و با فاصله ردیف بوته ۲۰ سانتی متر و به عرض ۱۳/۵ متر برای هر واریته در نظر گرفته شد. طرح آزمایشی مورد استفاده کرت های دوباره خرد شده(Split Split Plot) و در قالب بلوک های کاملا تصادفی با سه فاکتور تاریخ برداشت ، واریته، روش برداشت و با سه تکرار بود. بدین ترتیب عرض کرت های آزمایشی برای روش های برداشت هر کدام ۴/۵ متر و جمعا برای یک واریته برای سه روش برداشت ۱۳/۵ متر در نظر گرفته شد. جدول ۱ مشخصات کمباین، خرمن کوب و تراکتور مورد استفاده را ارائه می دهد. برداشت محصول در نیمه دوم شهریور ماه در دو تاریخ و به فاصله یک هفته از یکدیگر انجام شد. عملیات برداشت به سه روش در یک روز با حفظ شرایط یکسان برای کنترل خطا های احتمالی در نمونه گیری به اتمام رسید. در برداشت با کمباین سرعت دورانی استوانه کوبنده در دور ۷۰۰ RPM بر اساس توصیه سازنده برای کوبش شلتوک در تمام تیمارها تنظیم گردید. تیرو دهی به خرمن کوب برنج توسط تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵ و در دور مشخصه موتور برای دستیابی به دور ۵۴۰ RPM شافت محور توان دهی و دور ۸۵۰ RPM استوانه کوبنده انجام شد. محصول توسط کارگر درو شده و سپس برای کوبش به خرمن کوب به صورت پیوسته تغذیه گردید. در روش سوم پس از درو محصول دسته های درو شده بر روی گونی پلاستیکی به صورت توده ای پهن گردیده و پس از رسیدن به حجم و ارتفاع معینی، عمل کوبش توسط چرخهای تراکتور یا حرکت رفت و برگشت مکرر انجام گردید و در نهایت جهت تمیز نمودن محصول از دستگاه بوجاری پشت تراکتوری استفاده شد. نمونه گیری برای تعیین محتوی رطوبتی در زمان برداشت صورت گرفت. نمونه ها برای هر کرت خرد شده در پلاستیک در بسته به آزمایشگاه منتقل و پس از وزن کشی برای خشک کردن در آون و در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شد. نمونه های مورد نیاز به تعداد۳ گونی ۵۰ کیلویی به طور جداگانه برای هر کرت آزمایشی و مجموعا ۱۰۸ گونی از شلتوک خرمن کوبی شده جمع آوری و به دانشگاه حمل گردید و به مدت دو روز در هوای آزاد برای خشک شدن و رسیدن به رطوبت مناسب قرار داده شد. در خلال این مدت بستر شلتوک پهن شده به ضخامت سطح زمین به طور مرتب زیر و رو گردیده تا خروج رطوبت از دانه ها به صورت یکنواخت انجام شود. پس از دو روز ۴ گونی های شلتوک به یکی از کارگاههای برنج کوبی در شهرستان مبارکه برای تبدیل منتقل گردید. به منظور تعیین رطوبت شلتوک،

نمونه گیری قبل از ورود مواد به دستگاههای تبدیل انجام و نمونه ها در پلاستیک در بسته به آزمایشگاه منتقل گردید. فرآیند تبدیل در سه مرحله بو جاری، پوست کنی و سفید کنی انجام شد. پوست کنی در دو مرحله با استفاده از دو دستگاه پوست کن Iseki Rice Huller مدل HC۶۰۰ ساخت ژاپن با قطر غلتک پوست کن ۱۵۲/۴ میلی متر و با دور ۶۰۰ RPM انجام شد. سفید کردن در سه مرحله با سه دستگاه سفید کن (Rice Polisher) حسن منصور ساخت ایران با سرعت غلتک مارپیچ ۹۰۰ دور در دقیقه و دارای ۲ تیغه با فاصله تیغه اول ۱ میلی متر و تیغه دوم ۲ میلی متر از غلتک مارپیچ به انجام رسید. نمونه گیری از مواد خروجی از هر دستگاه به طور جداگانه انجام شد. مقدار ۲۵۰ گرم مواد خروجی در مراحل پوست کنی و سفید کنی جمعاً از پنج دستگاه اخذ و در کیسه های پلاستیکی در بسته پس از کدگذاری قرار داده شد و پس از اتمام کار به آزمایشگاه برای تعیین درصد شکستگی دانه انتقال داده شد. در آزمایشگاه با گرفتن ۵۰ گرم نمونه برنج سفید شده از کیسه های ۲۵۰ گرمی، جداسازی دانه های سالم به صورت دستی انجام شد. بر اساس دستورالعمل استاندارد RNAM[1] دانه های با طول سه چهارم و بیشتر به عنوان برنج سالم(Head Rice) تلقی می گردد و کمتر از این اندازه به عنوان برنج خرده شناسایی می شود. پس از جداسازی مقادیر برنج سالم و خرده وزن کشی و درصد شکستگی تعیین شد. داده های بدست آمده در کامپیوتر ثبت گردیده و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار MSTAT به صورت تجزیه کوواریانس و مقایسه میانگین ها به روش LSD انجام شد.

نتایج و بحث:

جدول شماره ۳ نتایج تجزیه واریانس برای عوامل آزمایشی را نشان می دهد. همانطور که از نتایج جدول بر می آید عامل واریته در سطح ۱ درصد تاثیر بسیار معنی داری بر درصد شکستگی دانه درسفید کن شماره ۳ داشته است. همچنین اثر متقابل واریته و روشهای برداشت در سطح ۵ درصد تفاوت معنی داری را در سفید کن شماره ۳ داشته است. جدول شماره ۳ مربوط به مقایسه میانگین ها برای عامل واریته می باشد. همانطور که آمده است واریته ۲۱۳ نسبت به واریته نوگران در سفید کن شماره ۳ واکنش بیشتری از نقطه نظر درصد شکستگی دانه داشته است و به عبارت دیگر این واریته در مقابل تنش های مکانیکی وارده مقاومت کمتری را از خود بروز داده است. جدول شماره ۴ مقایسه میانگین ها برای اثر متقابل عوامل واریته و روشهای برداشت را نشان می دهد. آنچه که از نتایج این مقایسه بر می آید این است که واریته ۲۱۳ در مقایسه با واریته نوگران در سفید کن ۳ درصد بیشتری شکستگی دانه در تمامی روشهای برداشت داشته است. در بین روشهای برداشت تفاوت معنی داری از حیث درصد شکستگی دانه مشاهده نگردید. همین وضعیت در مورد واریته نوگران نیز مشاهده گردید؛ اگر چه در روش خرمن کوبی با خرمن کوب برنج تفاوت معنی داری بین دو واریته مشاهده نگردید. احتمالا این امر بیانگر شدت عمل خرمن کوب برنج در کوبش محصول می باشد که از حیث واریته، تفاوتی مشاهده نشد. به طور کلی واریته ۲۱۳ تاثیر بیشتری را در تعامل با روشهای برداشت بر میزان شکستگی دانه داشته است. جدول شماره ۵ نتایج تجزیه کوواریانس و واریانس برای داده های تبدیل شده درصد شکستگی دانه پس از هر فرآیند در سلسله فرآیندهای تبدیل شلتوک به برنج سفید را نشان می دهد. نتایج بیانگر این واقعیت است که در ماشین بوجاری و پوست کن ۲ تفاوت بسیار معنی داری در سطح ۱ درصد برای روشهای برداشت مشاهده می شود. همچنین شکستگی دانه به واسطه تاریخ برداشت در سطح ۵ درصد تفاوت معنی داری در سفید کن ۱ داشته است. واریته نیز تفاوت معنی دار در پوست کن ۳ و سفید کن ۳ در سطح ۵ درصد و در سفید کن ۱ در سطح ۱ درصد تفاوت بسیار معنی داری را در میزان شکستگی دانه بر جای گذاشته است. عامل رطوبت در هنگام برداشت و هنگام تبدیل در ارتباط با روشهای برداشت و تاریخ برداشت و تعامل تاریخ برداشت و واریته اثر معنی داری داشته است. به طور کلی رطوبت بیشتر موجب آسیب دیدگی بیشتر دانه شده است. جدول شماره ۶ نتایج مقایسه میانگین ها بر حسب درصد شکستگی دانه را برای عامل روشهای برداشت در بو جاری و پوست کن ۲ نشان می دهد. در بو جاری برداشت با کمباین بیشترین تاثیر بر شکستگی دانه را داشته است. بین خرمن کوب برنج و چرخ تراکتور تفاوت معنی داری مشاهده نگردید. در پوست کن ۲ تفاوت معنی داری بین برداشت با کمباین و خرمن کوب برنج با چرخ تراکتور مشاهده گردید. نتایج این آنالیز بیانگر این مطلب می باشد که دو روش برداشت با کمباین و خرمن کوب آسیب بیشتری به دانه وارد می نمایند، در حالیکه اثر چرخ تراکتور به

مراتب کمتر می باشد. جدول شماره ۷ نتایج مقایسه میانگین ها بر حسب درصد شکستگی دانه برای عامل واریته در پوست کن ۲، سفید کن ۱ و سفید کن ۳ را نشان می دهد. در هر ۳ دستگاه تفاوت معنی داری بین درصد شکستگی دانه در واریته ۲۱۳ و نوگران مشاهده می شود. این وضعیت نشان دهنده مقاومت پایین تر واریته ۲۱۳ به ضربه های مکانیکی و تنش های وارده در دستگاههای فوق می باشد. جدول شماره ۸ نتایج مقایسه میانگین ها بر حسب درصد شکستگی دانه برای عامل تاریخ برداشت در سفید کن ۱ را نشان می دهد. شکستگی دانه بین تاریخ اول و دوم تفاوت معنی داری وجود داشته است و به عبارت دیگر آسیب به دانه در رطوبت بالاتر بیشتر از رطوبت پایین تر می باشد.

نتیجه گیری:

نتایج به دست آمده از این تحقیق را می توان به شرح ذیل بیان نمود. در مراحل مختلف در فرآیند تبدیل تفاوت معنی داری بین تاثیر روشهای برداشت بر شکستگی دانه مشاهده گردید. این تفاوت در مرحله بوجاری(بعد از برداشت و قبل از تبدیل) و همچنین در پوست کن ۲ در سطح ۱٪ معنی دار بوده است. برداشت با کمباین بیشترین شکستگی ظاهری را قبل از فرآیند تبدیل داشته است. در پوست کن ۲، برداشت با کمباین و خرمن کوبی با خرمن کوب برنج بیشترین شکستگی را در مقایسه با خرمن کوبی با تراکتور نشان داده است. واریته ۲۱۳ در مراحل پوست کن ۲، سفید کن ۱و سفید کن ۳ بیشترین شکستگی دانه را داشته است و بطور کلی این واریته نسبت به واریته نو گران به تنش های مکانیکی عکس العمل منفی بیشتری را نشان می دهد. مقایسه میانگین ها نشان داد که هر سه روش برداشت و خرمن کوبی اثر یکسانی بر شکستگی دانه در واریته ۲۱۳ داشته است. تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ بین تاریخ های برداشت در مرحله سفید کن ۱ مشاهده گردید بطوریکه در محدوده رطوبتی بالاتر در تاریخ اول درصد شکستگی افزایش یافته است.

منابع:

۱- رضوی، سید جلیل و آقا فخر میرلوحی(۱۳۷۴). گزارش نهایی طرح بررسی وضعیت موجود تولید برنج در استان اصفهان. دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲- سازمان خواروبار جهانی(FAO).سایت اینترنتی www.FAO.Org.

۳- سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان اصفهان، آمارنامه سال ۸۱-۱۳۸۰.

۴- Andrews, S.B., T. J. Siebenmorgen, E.D. Vories, D. H. Loewer, and A. Mauromoustakos (۱۹۹۳).Effects of Combine Operating Parameters on Harvest Loss and Quality in Rice. Transactions of the ASAE, ۳۶(۶):۱۵۹۹-۱۶۰۷.

۵- Berrio, L.E. and F.E.Cuevas-Perez(۱۹۸۹). Cultivar Differences in milling Yields under Delayed Harvesting of Rice. Crop Science, ۲۹(۶):۱۵۱۰-۱۵۱۲.

۶- Calderwood, D.L., C.N. Bollich, and J.E. Scott (۱۹۸۰). Field Drying of Rough Rice: Effect on Grain Yield, Milling Quality, and Energy Saved. Agronomy Journal, ۷۰:۶۴۹-۶۵۳.

۷- Dilday, R.H.(۱۹۸۹) Milling Quality of Rice: Cylinder Speed vs. Grain Moisture Content at Harvest. Crop Science, ۲۹(۶):۱۵۳۲-۱۵۳۵.

۸-ECCAP Regional Network for Agricultural Machinery (RNAM). Test Code and Procedure for Rice Mills. Philippines, ۱۹۹۰.

۹- Haffar, I., K. P. Singh , and W. Birbari(۱۹۹۱). Assessment of Chickpea Grain Quality and Losses in Direct Combine Harvesting, Transactions of the ASAE, ۳۴(۱):۶۰-۶۴.

۱۰- Kester, E. B., H.C. Lukens, R.E. Ferrel, A. Mohammad, and D. C. Finfrock(۱۹۶۲).Influences of Maturity on Properties of Western Rices. Cereal Chemistry,۴۰:۲۲۲-۲۲۶.

۱۱- Little, T. M. and F. J. Hills. Agricultural Experimentation: Design and Analysis .John Wiley & Sons, New York, ۱۹۷۸.

۱۲- Mailander, M. P., J. K. Schueller, and G. W. Krutz(۱۹۸۳). Processing Characteristics of the IH ۱۴۶۰ Combine. ASAE Paper No. ۸۳-۱۵۸۶,St. Joseph,MI., ASAE.

۱۳- McNeal, X.(۱۹۵۰).When to Harvest Rice for Best Milling Quality and Germination. Arkansas Agic. Exp. Stn. Bulletin ۵۰۴.

۱۴- Miah, M.A.K., B.C. Roy, M.A. Hafiz, M. Haroon, and S.B. Siddique(۱۹۹۴). A Comparative Study on the Effects of Rice Threshing Methods on Grain Quality. Ag. Mechanization in Asia, Africa and Latin America, ۲۵(۳):۶۳-۶۶.

۱۵ -Morse, M.D., J.H. LIndt, E. A. Oelke M.D. Brandon, and R.E. Curley (۱۹۶۷). The Effect of Grain Moisture at Time of Harvest on Yield and Milling Quality Rice. Rice Journal,۷۰(۱۱):۱۶-۲۰.

۱۶- Nyborg, E. O.(۱۹۶۴) . A Test Procedure for Determining Combine Capacity. Canadian Agricultural Engineering,۶(۱)۸-۱۰.

۱۷- Smith, W.D., J.J. Deffes, C. H. Bennet, R.C. Adair, and H. M. Beachell(۱۹۳۸).Effect of Date of Harvest on Yield and Milling Quality of Rice. USDA Circ. No.۴۸۴. U.S. Gov. Print. Office,Washington, DC.

جدول ۱- مشخصات ماشینهای بکار برده شده در برداشت و کوبش محصول برنج

کمباین جان دیر مدل ۹۵۵	تراکتور مسی فرگوسن ۲۸۵	خرمن کوب برنج میثم
عرض پلاتفرم : ۱۴ فوت (۴/۲۶ متر)	تعداد سیلندر: ۴	نوع استوانه کوبنده و صفحه ضد
نوع استوانه کوبنده: تسمه سوهانی	قدرت تولیدی: ۷۵ اسب بخار	کوبنده: دندانه میخی
سرعت دورانی استوانه کوبنده	وزن: ۲۵۴۰ کیلوگرم	قطر استوانه: ۵۶ سانتیمتر
برای برنج: ۷۰۰ -۶۰۰ RPM بسه	عرض چرخ عقب: ۳۰/۵	عرض استوانه: ۱۰۰ سانتیمتر
توصیه سازنده	سانتیمتر	سرعت دورانی استوانه: ۶۵۰ RPM
فاصله کوبنده با ضد کوبنده:	عرض چرخ جلو: ۱۴ سانتیمتر	در ۵۴۰ دور محور
• جلو: ۱۴ میلیمتر		تواندهی پی تی او
• عقب: ۵ میلیمتر		تعداد کاه پران: ۴ با طول ۱۷۰ و
		عرض ۲۴ سانتیمتر
		تعداد غربال: ۱ با طول ۱۳۰ و
		عرض ۸۰ سانتیمتر

جدول شماره ۲ - جدول تجزیه واریانس تاثیر عوامل مختلف بر شکستگی دانه برنج

عوامل / صفت	MS سفید کن ۳	df
روش برداشت A	۱۲/۳۹۱	۲
تاریخ برداشت B	۰/۰۹۰	۱
AB	۴/۸۵۴	۲
واریته C	۱۹۳/ ۵۸۷**	۱
AC	۱۸/۲۲۸*	۲
BC	۴/۷۵۷	۱
ABC	۲/۳۹۵	۲
خطا	۵/۱۸۷	۲۲

** بسیار معنی دار در سطح ۱ درصد *معنی دار در سطح ۵ درصد

جدول شماره ۳ - جدول مقایسه میانگین برای عامل واریته (C)

میانگین / صفت	واریته ۲۱۳	واریته نو گران
سفید کن ۳	۱۹/۱۶۱ a (٪۳۲/۸۲)	۱۴/۵۲۳ b (٪۲۵/۰۸)

حروف متفاوت بیانگر تفاوت خیلی معنی دار در سطح ۱٪

جدول شماره ۴ - جدول مقایسه میانگین برای اثر متقابل عوامل واریته و روشهای برداشت

میانگین / صفت	کمباین- واریته ۲۱۳	کمباین- واریته نوگران	خرمن کوب- واریته ۲۱۳	خرمن کوب- واریته نوگران	چرخ تراکتور- واریته ۲۱۳	چرخ تراکتور- واریته نوگران
سفید کن ۳	۲۰/۲۸۰ a (٪۳۴/۶۶)	۱۴/۹۳۷ c (٪۲۵/۷۸)	۱۸/۱۷۸ ab (٪۳۱/۲)	۱۶/۲۸۰ bc (٪۲۸/۰۳)	۱۹/۰۲۶ a (٪۳۲/۶)	۱۲/۳۵۳ c (٪۲۱/۳۹)

حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی دار در سطح ۵٪

جدول شماره ۵ - تجزیه کوواریانس و واریانس برای داده های تبدیل شده[1] درصد شکستگی دانه
پس از هر فرآیند[2] در سلسله فرآیندهای تبدیل شلتوک به برنج سفید

صفات / عوامل	MS بو جاری (شکستگی اولیه)	MS پوست کن ۱	MS پوست کن ۲	MS سفید کن ۱	MS سفید کن ۲	MS سفید کن ۳	df	رطوبت در هنگام برداشت	رطوبت در هنگام تبدیل
روش برداشت A	۰/۷۴۶ **	۰/۰۹۴ ns	۶/۸۶۴ **	۰/۹۳۶ ns	۵/۴۱۱ ns	۵/۱۶۵ ns	۲	۷/۴۱۸ **	۰/۰۸۹ ns
تاریخ برداشت B	۰/۰۱۳ ns	۰/۷۱۳ ns	۱/۳۱۱ ns	۱۵/۹۵۴ *	۰/۰۱۶ ns	۰/۸۳۸ ns	۱	۱۴/۵۰۷ **	۱۱/۷۶۶ **
AB	۰/۰۱۵ ns	۰/۰۱۵ ns	۰/۲۰۰ ns	۶/۵۶۵ ns	۷/۷۹۰ ns	۲/۹۱۴ ns	۲	۰/۰۸۷	۰/۱۴۵ ns
واریته C	۰/۰۰۶ ns	۱/۱۸۶ ns	۴/۹۷۶ *	۳۱/۷۱۰ **	۱۳/۸۱۴ ns	۲۷/۶۸۴ *	۱	۰/۸۳۹	۰/۲۶۱ ns
AC	۰/۰۱۱ ns	۰/۷۷۵ ns	۱/۵۴۳ ns	۸/۶۰۵ ns	۲/۵۸۳ ns	۶/۱۰۴ ns	۲	۰/۱۱۳	۰/۰۰۲ ns
BC	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۱۲ ns	۰/۰۰۷ ns	۴/۴۴۹ ns	۱۵/۷۲۴ ns	۰/۶۹۳ ns	۱	۰/۹۲۵	۰/۸۸۰ **
ABC	۰/۰۱۸ ns	۰/۶۷۵ ns	۰/۱۴۸ ns	۲/۵۴۴ ns	۳/۱۵۵ ns	۵/۴۹۴ ns	۲	۰/۱۶۶	۰/۳۹۰ ns
هم متغیر	۰/۰۱۰ ns	۰/۰۹۱ ns	۰/۱۹۰ ns	۱۳/۷۰۹ ns	۵۷/۹۴۴ ns	۴۶/۷۶۱ ns	۱	-	-
خطا	۰/۳۴۲ CV =٪۲۳/۲۸	۰/۵۹۰ CV =٪۲۳/۹۲	۰/۷۱۴ CV =٪۱۸/۶۴	۳/۶۸۶ CV =٪۱۲/۴۵	۳/۹۳۲ CV =٪۱۲/۱	۳/۶۸۴ CV =٪۱۱/۴۰	۲۴	۰/۴۵۲ CV =٪۶/۴۸	۰/۱۰۶ CV =٪۶/۵۳

۱- رابطه تبدیل به صورت $Sin^{-1}(x)$ می باشد.
۲- هر صفت، هم متغیر صفت بعد از خود است.
* معنی دار(در سطح ٪۵)، ** بسیار معنی دار (در سطح ٪۱)

جدول شماره ۶ - جدول مقایسه میانگین ها بر حسب درصد شکستگی دانه برای عامل روشهای برداشت در بو جاری و پوست کن ۲

میانگین تصحیح شده / صفت	گروه ۱ کمباین (C)	گروه ۲ خرمن کوب (T)	گروه ۳ چرخ تراکتور(W)
بو جاری	۰/۷۹ a*	۰ b	۰/۰۹ b
پوست کن ۲	۸/۲۴ a	۹/۰۲ a	۶/۴۵ b

* حروف یکسان در هر ردیف مبین این است که اختلاف معنی داری بین میانگین ها مشاهده نگردید.

جدول شماره ۷ - جدول مقایسه میانگین ها بر حسب درصد شکستگی دانه برای عامل واریته در پوست کن ۲ ، سفید کن ۱ و سفید کن ۳

میانگین تصحیح شده / صفت	واریته ۲۱۳	واریته نو گران
پوست کن ۲	۸/۵۸ a*	۷/۲۳ b
سفید کن ۱	۲۸/۴۳ a	۲۴/۷۴ b
سفید کن ۳	۳۱/۰۰ a	۲۶/۹۳ b

* حروف یکسان در هر ردیف مبین این است که اختلاف معنی داری بین میانگین ها مشاهده نگردید.

جدول شماره ۸ - جدول مقایسه میانگین ها بر حسب درصد شکستگی دانه برای عامل تاریخ برداشت در سفید کن ۱

میانگین تصحیح شده / صفت	تاریخ برداشت ۱	تاریخ برداشت ۲
سفید کن ۱	۲۷/۷۶ a*	۲۵/۴۱ b

* حروف یکسان در هر ردیف مبین این است که اختلاف معنی داری بین میانگین ها مشاهده نگردید.