Archive of SID

بررسی اثر آهنگ تغذیه مواد و فشار دهانه تخلیه سفیدکن بر مقدار شکست برنج سفید به‌دست‌آمده از سفیدکن مالشی‌دمشی

سعید فیروزی[1*]، سعید مینایی[2]، میرحسین پیمان[3] و حمید فتوحی[4]

۱- دانشجوی دوره دکتری واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

۲- استادیار گروه مکانیک ماشین آلات دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

۳- استادیار گروه مکانیک ماشین آلات دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

٤- استادیار گروه مکانیک ماشین آلات دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان

چکیده

شکست برنج در حین عملیات تبدیل، از جمله دغدغه‌های فراوری این محصول در کشور ما محسوب می‌شود. قیمت برنج شکسته، حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد قیمت برنج سالم است. از این‌رو تحقیق در مورد بررسی اثر پارامترهای مهم بر عملکرد دستگاههای تبدیل شلتوک، امری ضروری است. به‌همین منظور در قسمتی از مطالعات مربوط به بررسی پارامترهای مؤثر بر عملکرد سفیدکنهای مالشی‌دمشی در مؤسسه تحقیقات برنج کشور، اثر آهنگ ورود مواد به درون سفیدکن و اثر فشار دهانه تخلیه دستگاه بر مقدار شکست برنج سفید حاصله بررسی گشت. سطوح آهنگ تغذیه مواد عبارت از چهار سطح ۱۵۰،۲۰۰،۲۵۰و۳۰۰ کیلوگرم در ساعت و سطوح فشار دهانه تخلیه سفیدکن عبارت از چهار سطح ۱۲۵،۱۵۰،۱۷۵و۲۰۰ گرم بر سانتی‌متر مربع بودند. ارقام مورد بررسی نیز شامل سه رقم برنج متداول در استان گیلان به نامهای غریب (دانه‌کوتاه)، بینام (دانه‌متوسط) وخزر (دانه‌بلند) بود. نتایج نشان داد با افزایش آهنگ تغذیه مواد به درون سفیدکن، در ابتدا، مقدار شکست برنج سفید حاصله، کم و سپس زیاد شد. در ضمن بیشترین و کمترین مقادیر شکست مربوط به ارقام خزر و غریب بود. مقایسه میانگین کل تیمارهای صفت شکست نشان داد تیمارهای مناسب، از نظر ترکیب فشار دهانه تخلیه و آهنگ ورود مواد برای رقم بی‌نام، ترکیب فشار ۱۲۵ g/cm^2 و آهنگ ۲۵۰kg/h، برای رقم خزر، ترکیب آهنگ ۳۰۰kg/h و فشار ۱۲۵ g/cm^2 و برای رقم غریب نیز بهترین تیمار عبارت از آهنگ ورود مواد ۱۵۰kg/h و فشار دهانه تخلیه ۱۵۰ g/cm^2 می‌باشد بهترین و ساده‌ترین مدل مقدار شکست برنج سفید بر حسب سه متغیر آهنگ ورود مواد، فشار دهانه تخلیه سفیدکن و ضریب رعنایی دانه شلتوک به‌دست آمد.

* مسؤول مکاتبات مقاله: saeed firouzi@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

واژگان کلیدی: تبدیل شلتوک، سفیدکن مالشی دمشی، فشار درون محفظه سفیدکن.

۱- مقدمه

برنج، غذای اصلی و منبع درآمد میلیونها نفر در جهان بوده و در آینده نیز خواهد بود. در ایران نیز هزاران خانوار بهویژه در مناطق شمالی کشور، از طریق کشت این محصول، امرار معاش می کنند. علیرغم دشواریهای موجود در تولید برنج، متأسفانه حجم قابل توجهی از آن به دلیل عوامل مختلف کاشت تا مصرف به هدر میرود. در کشورهای در حال توسعه، ضایعات پس از برداشت محصولات کشاورزی شامل کوبیدن محصول، خشککردن، نگهداری، حمل و نقل و تبدیل آن، در حدود ۳۰ تا ٤۰ درصد از کل محصول تولیدی را شامل میشود[۱]. بنابراین کاهش ضایعات در این مرحله نقش بسیار مؤثری در افزایش تولید و افزایش بهرهوری خواهد داشت. ضایعات کمی و کیفی پس از برداشت برنج، در کشورهای در حال توسعه، از اصلیترین دغدغههای موجود در این کشورهاست[۲]. در این میان، شکست دانههای برنج در جریان عملیات تبدیل شلتوک، از شاخصترین نمودهای آن بهحساب میآید. قیمت برنج شکسته ۳۰ تا ۵۰ درصد قیمت برنج سالم است و بر اساس یک برآورد ساده، زیان مالی ناشی از این پدیده تنها در استان گیلان در سال ۱۳۷۷حدود ۱۹ میلیارد تومان بودهاست[۳].

تحقیقات دانشمندان نشان دادهاست که عوامل مهم زیادی بر کیفیت تبدیل شلتوک اثر میگذارد[٤]. کونزی(۱۹٦٤)، این عوامل را به دو دسته شامل عوامل رقمی[1] و عوامل مهندسی[2]، تقسیمبندی نمود[۵]. عوامل رقمی شامل ویژگیهای فیزیکی- مکانیکی دانه شلتوک میباشد، در حالیکه عوامل مهندسی شامل عملیات ماشینی برداشت، حمل و نقل، خشک کردن، انبارداری وتبدیل است[۵]. ترک در دانههای برنج، شکم سفیدی، درصد رطوبت، شکل و سختی دانهها، نوع و طراحی وسیله سفیدکن، از جمله عوامل مؤثر برشکست دانه برنج در فرایند سفیدکنی است [٦]. سرعت دو

محفظه سفیدکن نیز از عوامل مهم مهندسی، بهحساب میآیند [٦، ۷، ۸]. تحقیق خوشتقاضا و همکاران (۱۳۸۰) نشان داد اثر مقدار برنج ورودی و فاصله تیغه تا همزن در سفیدکن اصطکاکی بر میزان شکست و نسبت سفید شدگی آن معنادار بوده است به نحویکه بهترین حالت کاری دستگاه در مقدار ورودی ۲۵۰kg در ساعت و با تیغه چپ و فاصله m ۵ میباشد[۹]. محمدعبدالرحمن و همکاران(۱۹۹٦) درجریان بررسی فنآوری تبدیل برنج در کشور بنگلادش، علاوه برساختار نامناسب سفیدکنهای موجود، تنظیمات نامناسب آنها را از جمله مسایل اساسی در بحث تبدیل برنج عنوان میکنند[۱۰]. افضلینیا و همکاران (۲۰۰۲)، طی تحقیق خود در منطقه فارس به این نتیجه رسیدند که درصد رطوبت بهینه برای شلتوک بهمنظور تبدیل ارقام محلی ۱۲-۱٤ درصد بوده و درضمن سیستم تبدیل شامل سه سفیدکن سایشی بهصورت سری با یک سفیدکن مالشی، بهترین انتخاب از نظر کاهش مقدار شکست در دانههای برنج سفید محسوب میگردد[۱۱]. بنابراین با توجه به موارد مذکور، تحقیق در خصوص بررسی اثر عوامل فیزیکی محصول و عوامل مهندسی ماشینهای تبدیل بر پارامترهای عملکردی مهم دستگاههای تبدیل، نظیر درصد شکست برنج سفید خروجی، امری ضروری به نظرمیرسد. از اینرو با توجه به اهمیت ویژه عملیات سفیدکنی در مجموعه عملیات تبدیل شلتوک، در این تحقیق اثر دو عامل ماشینی بهنامهای آهنگ ورود مواد به درون سفیدکن و فشار دهانه تخلیه دستگاه و اثر یک عامل رقمی بهنام شکل دانه که پایدارترین عامل رقمی بهشمار میرود[۱۲]، بر مقدار شکست برنج سفید حاصل از سفیدکن مالشیدمشی مورد مطالعه قرار گرفت.

1. Varietal Factors
2. Engineering Factors

3. Perforated sheet

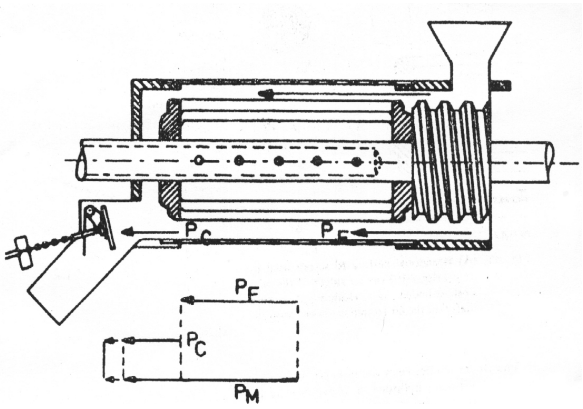
www.SID.ir

Archive of SID

۲- مواد و روشها

این تحقیق بر روی سفیدکن مالشی دمشی[1] با نام YANMAR JET PEARLER، در مؤسسه تحقیقات برنج کشور انجام گرفت. شکل ۱ اجزای این سفیدکن را نشان می‌دهد. این دستگاه در دهه ۱۹۶۰ میلادی به‌وسیلهٔ ژاپنیها ابداع شد[۱۳]. اگرچه این ماشین، از اصل مالش برای تبدیل مخلوط برنج قهوه‌ای و شلتوک به برنج سفید استفاده می‌کند اما به‌دلیل فقدان تیغه نسبت به سفیدکنهای انگلبرگ[2] (سفیدکنهای تیغه‌ای سنتی مرسوم در شمال کشور)، شکست کمتری را به‌دنبال خواهد داشت. به‌علاوه با ارسال جریان هوا به درون محفظه تبدیل، برنج در حال تبدیل را خنک و براق می‌کند[۱۳].

شلتوک مورد نیاز، از یک منطقه تهیه شد تا بدین ترتیب تأثیر اثرات به زراعی بر نتایج آزمایش، به حداقل ممکن برسد. در ابتدا ضریب رعنایی[3] دانه‌های شلتوک با تعیین ابعاد آنها و به کمک رابطه زیر تعیین شد[۱٤]:



شکل ۱ نمایی از سفیدکن مالشی‌دمشی- مقدار فشار دهانه تخلیه دستگاه به کمک جابجایی وزنه روی لنگ قابل تغییر است (P_F = فشار تغذیه، P_C = فشار مخالف در دهانه تخلیه سفیدکن و P_m = فشار تبدیل)[۱۳].

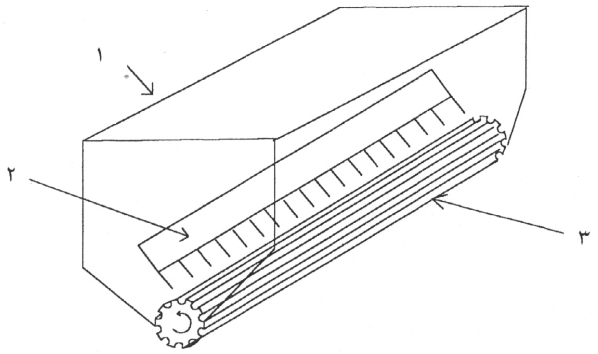
$$e = \frac{l}{w} \qquad (۱)$$

که در این رابطه:

e= ضریب رعنایی، l= طول دانه (mm) و w= عرض دانه (mm)

جهت انجام عمل نمونه‌برداری، نیاز به خشک‌کردن شلتوک بود. از این‌رو عمل خشک‌کردن شلتوک به‌کمک یک خشک‌کن خوابیده تا ارتفاع ۲۰c انجام گرفت. توضیح آنکه تحقیق صبوری (۱۳۸۱) نشان داد که درصد رطوبت شلتوک در لایه‌های به عمق ۲۰c از بستر خشک‌کن خوابیده، اختلاف معناداری ندارند[۱۵]. دمای خشک‌کن در محدوده ۳۵-٤۰°C تنظیم گردید[۱٦]. هر ۱۵ دقیقه یک بار، با استفاده از رطوبت‌سنج شلتوک، درصد رطوبت دانه‌ها تعیین می‌شد. پس از رسیدن به درصد رطوبت بهینه (محدوده ۸-۹ درصد)، بلافاصله، خشک‌کن خاموش شد و شلتوکها درون کیسه‌های پلاستیکی، قرار داده شدند تا بدین‌ترتیب از تبادل رطوبت با هوای محیط جلوگیری شود. لازم به ذکر است تحقیقات فیروزی (۱۳۸۲) نشان داد که رطوبت ۸-۹ درصد بهترین محدوده رطوبتی برای تبدیل شلتوک ارقام خزر، بی‌نام و غریب بوده‌است[۱۷].

برای تغییر آهنگ ورود مواد به درون سفیدکن، از مکانیزم شکل ۲ استفاده شد. این وسیله شامل یک غلتک شیاردار است که ازطریق یک جفت پولی، حرکت خود را از یک الکترو موتور کوچک دریافت می‌کند. آهنگ تغذیه مواد، از طریق جابجایی شانه شماره ۲ تا غلتک شیاردار شماره ۳ قابل تنظیم است. فاصله شانه مذکور تا غلتک برای تأمین مقادیر مختلف ورود مواد (مخلوط برنج قهوه‌ای و شلتوک) به درون سفیدکن، برای ارقام مختلف مورد بررسی، تعیین شد.



1. Jet Pearler
2. Engelberg
3. Slenderness Ratio

www.SID.ir

Archive of SID

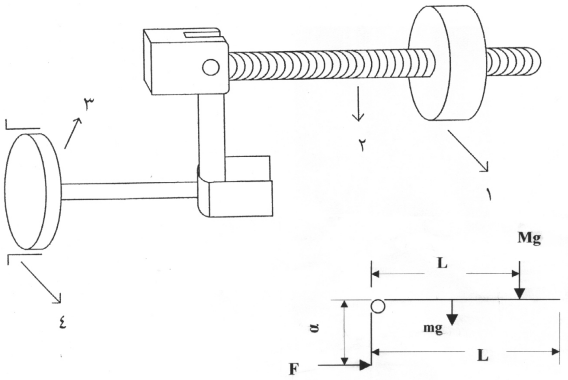
شکل۲ اجزاء مقسم مورد استفاده: ۱- صندوق بذر ۲- شانه ۳- غلتک شیاردار

مطابق شکل ۳ ، برای تغییر فشار دهانه تخلیه سفیدکن نیز از یک مکانیزم وزنه و لنگ استفاده گردید. به‌منظور تـأمین مقـادیر مختـلف فشـار دهـانه تخلیه سفیدکن، وزنه شماره ۱ بر روی پیچ حامل شماره ۲ جابه‌جـا می‌شد. بدیهـی اسـت کـه بـا نوشـتن شرط تعادل برای گشتاورها، می‌توان به فرمول نهـایی زیـر بـرای محاسبه مقدار فشار در دهانه تخلیه رسید:

$$P=\frac{\left(\frac{mgL}{2}\right)+\left(MgL_X\right)}{a\times\left(\frac{\pi D^2}{4}\right)}\times ۱۰ \qquad (۲)$$

که در این رابطه:

M = جرم وزنـه(g) ، m = جـرم پـیچ حامـل وزنـه(g) ، g = شـتاب ثقـل زمـین($\frac{m}{s^2}$ ۹/۸) ، L = طـول پـیچ(cm)، L_X= فاصـله طـولی وزنـه تـا دهانـه تخلیـه(cm) ، a = فاصـله عمودی مرکز ثقـل وزنـه تـا دهانـه تخلیـه (cm) و D = قطـر دریچه تخلیه (cm).



شکل ۳ مکانیزم وزنه و لنگ:۱-وزنه ۲- پیچ هادی ۳-دریچه ٤- دهانه تخلیه دستگاه سفیدکن

که البته فشار دهانه تخلیه سفیدکن(P) در رابطـه مـذکور بـر حسب کیلو پاسکال محاسبه خواهـد شد. با توجـه بـه اینکـه در منابع موجود، فشار درون محفظه سفیدکن که از آثار فشار دهانـه تخلیه می‌باشد، برحسب گرم بر سانتیمتر مربع بیان شده‌است[۸]، از این‌رو ترجیحاً در تحقیق حاضر با حذف شتاب ثقل زمین (g) و ضریب ۱۰، فرمول ساده زیر بـرای محاسـبه مقـدار فشـار در دهانه تخلیه سفیدکن به‌دست خواهد آمد.

$$P=\frac{\left(\frac{mL}{2}\right)+\left(ML_X\right)}{a\times\left(\frac{\pi D^2}{4}\right)} \qquad (۳)$$

طرح آزمایشی مورد استفاده، عبارت از آزمایش فاکتوریـل بـا سه فاکتور آهنگ تغذیه مواد به درون سفیدکن (در چهـار سـطح ۳۰۰، ۲۵۰، ۲۰۰، ۱۵۰ kg در سـاعت)، فشـار دهانـه تخلیـه سـفیدکن (در چهـار سـطح ۲۰۰، ۱۷۵، ۱۵۰، ۱۲۵ g/c) و رقـم شلتوک (در سه سطح کوتاه، متوسط و بلند)، در قالب طرح پایـه بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار می‌باشد. سطوح آهنگ تغذیه مواد به درون سفیدکن، براسـاس مقـادیر مشـابه بـا سـفیدکنهای تیغـه‌ای مرسـوم در کشـورمان، یعنـی ۳۰۰-۱۵۰ k در سـاعت، انتخاب گردید[۱۸] و سطوح فشار دهانه تخلیه مواد نیز براسـاس تحقیق آزمایشگاهی یاماشیتا[1] وگوتو[2] انتخـاب شـد. فشـار درون محفظه سفیدکن در آزمایشها این پژوهشگران در محدوده تقریبی ۱۷۸-۱۰۵ g/c قرار داشت[۸].

در مرحله انجام آزمایش، بسته‌های بیست کیلوگرمی شـلتوک پوست کنده‌شده مطابق بـا نقشـه آزمـایش، وارد دسـتگاه تنظـیم تغذیه گردید. پس از حدود ۳ دقیقه از کار سفیدکن، حـدود نـیم کیلوگرم برنج سفید برای اندازه‌گیری درصـد شکسـت، از محـل تخلیه دستگاه جمع‌آوری شد. نمونه‌ها درون کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شد و به آزمایشـگاه منتقـل شـد. بـرای تعیـین درصـد شکست برنج سفید حاصله، ابتدا به‌کمک دستگاه الک ارتعاشی و سپس برای تکمیل کار، با روش دستی عمـل تفکیـک دانـه‌هـای سالم و شکسته از یکدیگر انجام گرفت. لازم به‌ذکر است که طبق تعریف، دانه سالم بـه دانـه‌ای اطـلاق مـی‌شـود کـه طـول آن از سه‌چهارم طول یک دانه کامل بیشتر باشد[٦]. در خاتمه نتایج بـه

1. Yama Shita
2. Goto

www.SID.ir

Archive of SID

کمک نرم افزار MSTATC مورد تجزیه آماری قرار گرفت و تعیین معادله رگرسیونی نیز به‌کمک نرم‌افزار SPSS انجام شد.

۳- نتایج و بحث

بر اساس طبقه‌بندی مرکز منابع ژنتیک مؤسسه تحقیقات بین‌المللی برنج، جدول ۱، مؤید آن‌است که ارقام خزر، بی‌نام و غریب به‌ترتیب جزو ارقام بلند ، متوسط و کوتاه می‌باشند[۱٤]. جدول ۲ تجزیه واریانس نتایج حاصل از آزمایش حاضر را نشان می‌دهد. مطابق با این جدول، اثر آهنگ ورود مواد، فشار دهانه

جدول ۱ میانگین ابعاد مورد اندازه‌گیری(mm) و ضرائب رعنائی محاسبه‌شده

ارقام	ابعاد	طول	عرض	ضخامت	نسبت رعنائی
خزر		۸/۰٦	۲/۰۱	۱/٦٥	٤/۰۱
بینام		٦/۸۱	۲/۳	۱/۷۲	۲/۹۷
غریب		٥/٥۷	۳/۰۹	۱/۷۷	۱/۸۱

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس اثر رقم، آهنگ ورود مواد و فشار دهانه خروجی سفیدکن بر مقدار شکست برنج سفید به‌دست‌آمده از سفیدکن مالشی‌دمشی

منابع تغییرات		درجه آزادی	MS
رقم	A	۲	۰/۰۷٤۹**
دبی جرمی	B	۳	۰/۰۱٦**
رقم × دبی جرمی	AB	٦	۰/۰۰۱^{ns}
فشار دهانه خروجی سفیدکن	C	۳	۰/۰٥٦**
رقم× فشار دهانه سفیدکن	AC	٦	۰/۰۰۳*
دبی‌جرمی× فشار دهانه	BC	۹	۰/۰۰۳**
رقم × دبی جرمی× فشار دهانه	ABC	۱۸	۰/۲۰۰^{ns}
خطا	E	۹٤	۰/۰۰۱

C.V.=٪۸/٥۹

۱. جدول بر پایه تبدیلات انجام گرفته تنظیم شده است.

* معنادار در سطح احتمال۵٪

** معنادار در سطح احتمال۱٪

ns غیر معنادار

تخلیه سفیدکن و رقم شلتوک در سطح احتمال ۱٪، معنادار شده‌است. اثر متقابل آهنگ ورود مواد و فشار دهانه تخلیه در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل رقم در فشار دهانه تخلیه نیز در سطح احتمال ۵٪ معنادار شده‌اند.

شکل ٤ نشان می‌دهد ارقام خزر و غریب، به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر شکست را در پی داشته‌اند. در خصوص توجیه این روند می‌توان گفت که ارقام بلند به‌دلیل طول بیشتر، مقاومت خمشی کمتری در مقایسه با ارقام کوتاه‌تر دارند[۱، ۱۹]. از سوی دیگر، معمولاً عرض و ضخامت دانه‌های بلند در مقایسه با عرض و ضخامت ارقام دیگر کوچک‌تر است. بنابراین، از این‌نظر نیز با کاهش مقدار ممان اینرسی(I)[1]، مقدار تنش خمشی وارد بر این دانه‌ها از دانه‌های کوتاه‌تر کمتر خواهد بود. در نتیجه بیشتر بودن مقدار شکست رقم بلند خزر نسبت به ارقام بی‌نام و غریب، امری طبیعی به‌نظر می‌رسد. افزون بر آن مطابق با همین دلیل، بیشتر بودن مقدار شکست رقم بینام در مقایسه با رقم غریب، قابل تفسیر است.

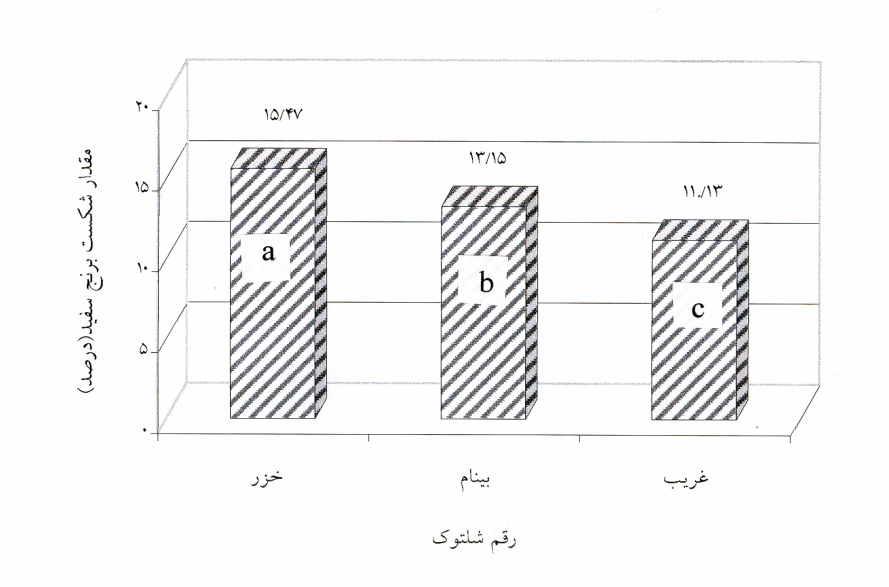
همانطور که گفته‌شد، اثر آهنگ ورود مواد به درون سفیدکن بر درصد شکست برنج سفید به‌دست‌آمده در سطح احتمال ۱٪ معنادار شده‌است. شکل ۵ نشان می‌دهد درصد شکست برنج سفید در ابتدا کم بوده و سپس، بعد از یک ثبات موضعی در سطوح kg ۲۵۰-۲۰۰ بر ساعت، مجدداً افزایش یافته‌است. در خصوص این روند باید گفت علی‌رغم پیچیدگیهای خاصی که در فرایند شکست دانه‌های برنج در محفظه سفیدکن وجود دارد اما واضح است که فشار درون محفظه سفیدکن و ضربات مکانیکی وارد بر دانه‌های برنج از عوامل مهم در فرایند تبدیل برنج قهوه‌ای به برنج سفید و شکست دانه‌ها محسوب می‌شوند. تردیدی نیست که با افزایش آهنگ ورود مواد به درون سفیدکن، مقدار فشار داخل محفظه، افزایش خواهد یافت. اما در تقابل با این موضوع، پدیده افزایش آهنگ تخلیه برنج سفید نیز مطرح می‌شود که به‌دنبال آن، زمان قرارگیری دانه‌های برنج در محفظه سفیدکن، کاهش می‌یابد و اثری معکوس در ارتباط با شکست

1. Moment of Inertia

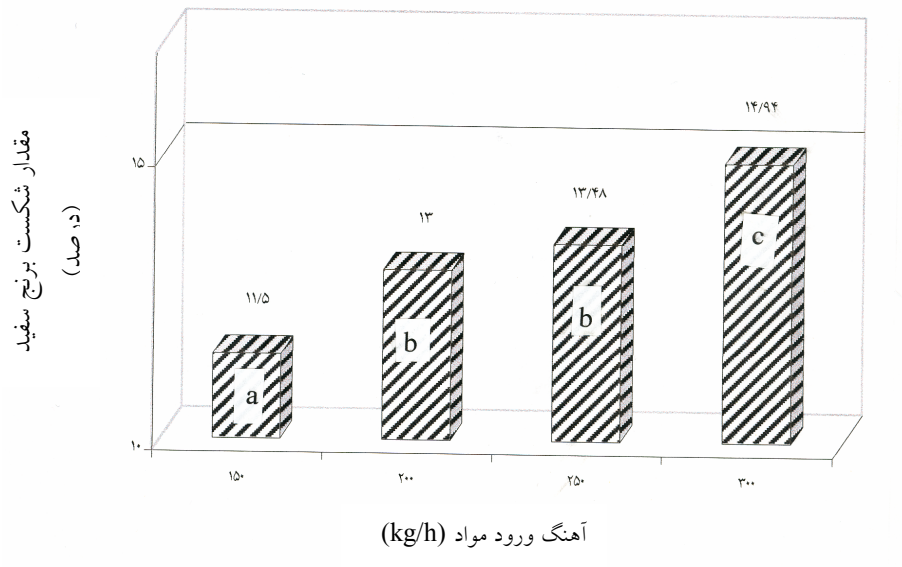
www.SID.ir

Archive of SID

دانه‌ها خواهـد داشت.



شکل ٤ مقایسه میانگینهای درصد شکست برنج سفید برای ارقام مختلف (دانکن ۱٪)



شکل ۵ مقایسه میانگینهای درصد شکست برنج سفید در سطوح مختلف آهنگ ورود مواد (دانکن ۱٪)

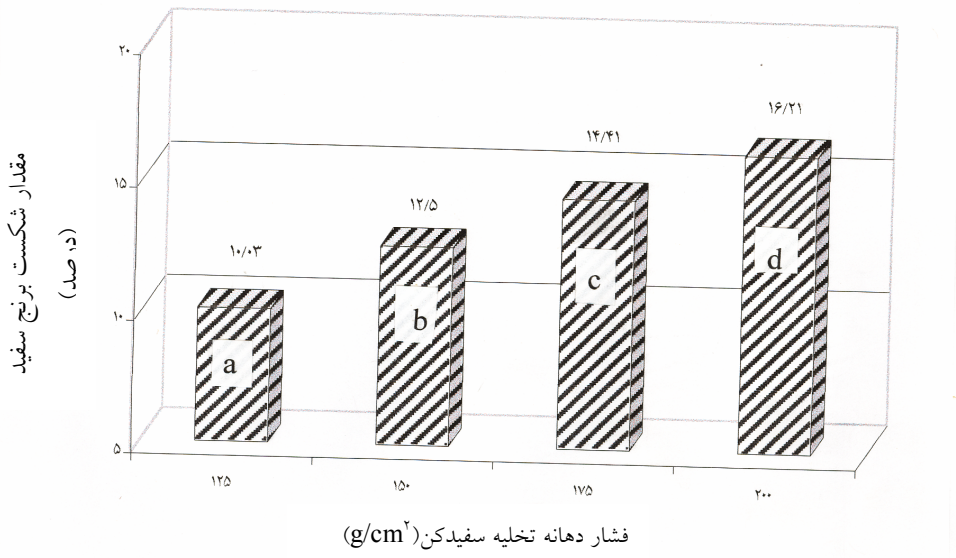
بنابراین شاید بتوان گفت که تقابل این دو پدیـده، سـبب خواهـد شد در سطوح مختلف آهنگ ورود مواد، علی‌رغم افزایش طبیعی فشار درون محفظه، مقادیر شکست در برنج سفید حاصله، صـرفاً رونـدی صعودی نداشـته‌باشـد. از ایـن‌رو در سطـح ۱۵۰kg/h، شکست برنج سفید، کمترین مقدار را داشته اسـت و بـا افـزایش فشار دهانه تخلیه تـا سـطح ۲۰۰ kg/h، فشـار داخـل محفظـه

www.SID.ir

Archive of SID

بیشتر می‌شود و طبعاً، بر مقدار شکست دانه‌ها افزوده خواهد شد. با رسیدن آهنگ ورود مواد به سطح ۲۵۰kg/h مقدار شکست، تفاوت معناداری پیدا نکرده است که البته مطابق با توضیحات مذکور شاید بتوان گفت که در این زمان پدیده افزایش آهنگ تخلیه برنج سفید، زمان قرارگیری دانه‌ها را در محفظه سفیدکن کاهش می‌دهد که این امر به نوبه خود، مقدار شکست را کم می‌کند[۲۰] و در نتیجه در مقابل پدیده منفی افزایش فشار درون محفظه سفیدکن، اثر مثبتی ایجاد می‌کند که می‌تواند موقتاً روند تأثیر منفی فشار درون محفظه را بر مقدار شکست برنج سفید متوقف کند. نمودار مذکور نشان می‌دهد با افزایش بیشتر آهنگ ورود مواد، مجدداً در مقدار شکست برنج سفید خروجی افزایش معناداری به وقوع می‌پیوندد. در این زمان، اگرچه فشار داخل محفظه سفیدکن زیاد می‌شود ولی به‌دلیل ثابت ماندن مساحت دهانه تخلیه، آهنگ تخلیه مواد، تغییر چندانی نخواهد کرد و در نتیجه بر مقدار شکست برنج سفید افزوده می‌شود.

اثر عامل فشار دهانه تخلیه سفیدکن، در سطح احتمال ۱٪ بر مقدار شکست برنج سفید معنادار شده‌است. شکل ٦ نشان می‌دهد که با افزایش فشار دهانه تخلیه، بر مقدار شکست برنج سفید افزوده می‌شود. البته در دامنه مورد بررسی، شکست دانه‌ها روندی صعودی دارد. در توجیه این فرایند می‌توان گفت که مطابق با شکل ۱، فشار درون محفظه سفیدکن، برآیند نیروی رو به‌جلوی مارپیچ انتقال و نیروی رو به عقب سوپاپ تخلیه برنج سفید است[۱۳]. که البته با توجه به ثابت بودن سرعت مارپیچ انتقال و آهنگ ورود مواد به نظر می‌رسد که تنها عامل مؤثر بر فشار درون محفظه، فشار دهانه تخلیه برنج خواهد بود. بنابراین بدیهی است که با افزایش فشار دهانه تخلیه، بر مقدار شکست برنج سفید حاصله افزوده شود. نتایج حاصل از تحقیق آزمایشگاهی یاماشیتا وگوتو نشان داد که برای رقم IR8، با افزایش فشار درون محفظه سفیدکن، از مقدار ۱۰۵/٤ g/cm^2 تا ۱۷۸/۲g/cm^2، به میزان ۱۳/٤ درصد بر مقدار شکست برنج سفید به‌دست‌آمده افزوده‌شد. همچنین برای رقم Japonica نیز همین روند افزایش شکست مشاهده شد. این موضوع نشان می‌دهد فشار وارد بر دانه‌ها در محفظه سفیدکن، درصد شکست دانه‌های برنج را افزایش می‌دهد[۸].



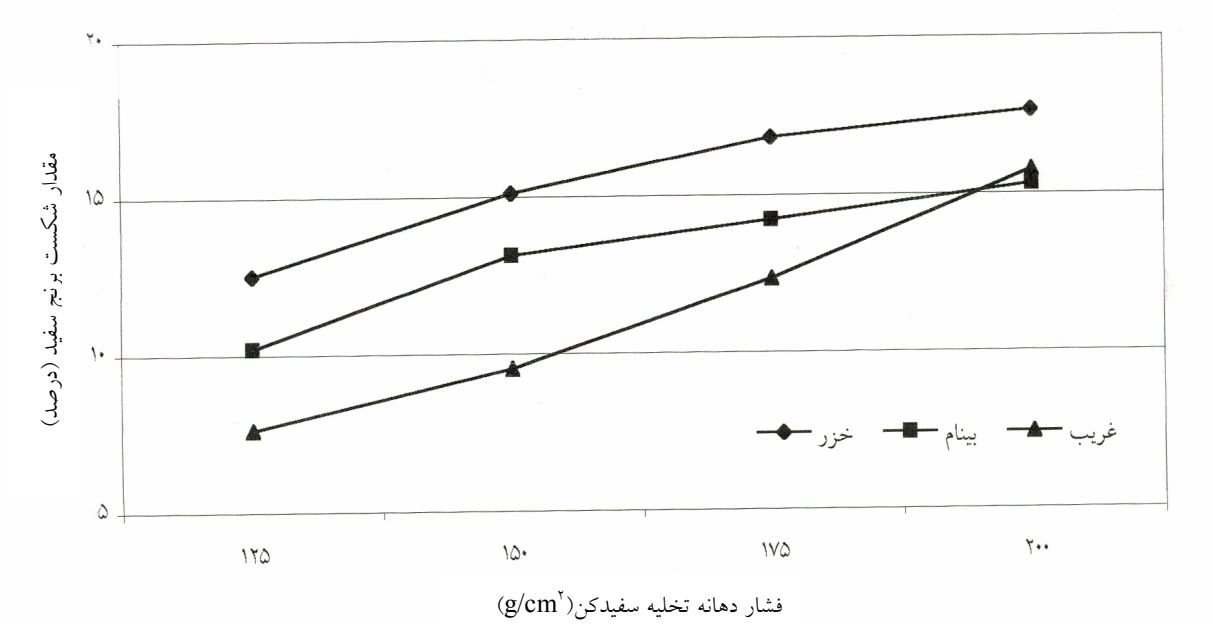
شکل ٦ مقایسه میانگینهای درصد شکست برنج سفید در سطوح مختلف فشار دهانه تخلیه سفیدکن مالشی دمشی (دانکن ۱٪)

www.SID.ir

Archive of SID

معنادار شدن اثر متقابل رقم در فشار دهانه تخلیه نشان می‌دهد بین مقادیر شکست برنج سفید حاصل از سفیدکن مورد نظر برای ارقام مختلف در سطوح متفاوت فشار دهانه تخلیه، اختلاف معناداری وجود دارد. شکل ۷ ، این اثر متقابل را نشان می‌دهد. بر طبق این نمودار، اگرچه رقم کوتاه غریب، در مجموع کمترین مقدار شکست را در سطوح مختلف فشار به‌دنبال داشته‌است، اما افزایش شکست این رقم به‌ازای افزایش مقدار مفروضی از فشار دهانه تخلیه سفیدکن، بیشتر از سایر ارقام بوده‌است. این موضوع احتمالاً می‌تواند با توجه به شکل دانه‌ها، به پیچیدگیهای نحوه انتشار تنش در محفظه سفیدکن مرتبط باشد.

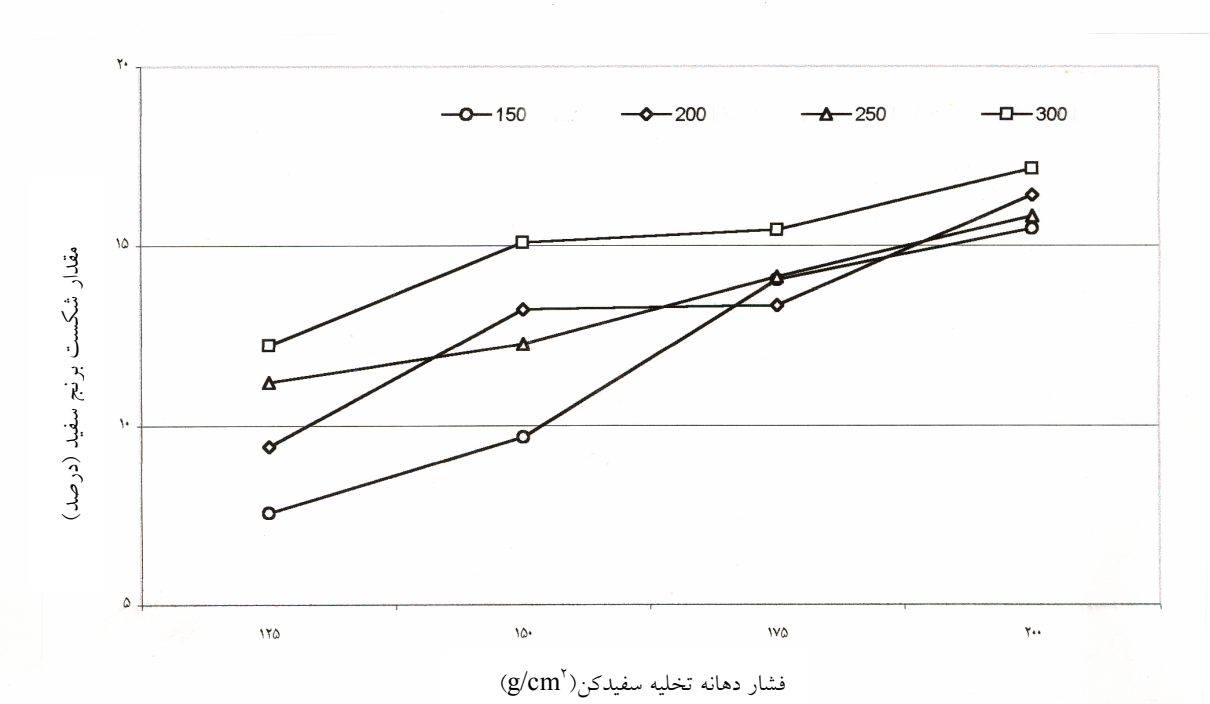
همان‌طورکه قبلاً هم گفته‌شد، اثر متقابل آهنگ ورود مواد به درون سفیدکن در فشار دهانه تخلیه آن، بر درصد شکست برنج سفید حاصله، در سطح احتمال ۱٪ معنادار شده است. این امر نشان می‌دهد که مقدار شکست برنج سفید در سطوح مختلف آهنگ ورود مواد و فشار دهانه تخلیه برنج سفید متفاوت می‌باشد. شکل ۸ ، این اثر متقابل را نشان می‌دهد. همانطور که قبلاً نیز گفته شد، فشار درون محفظه سفیدکن، برآیند دو فشار دهانه تخلیه و فشار روبه جلوی مارپیچ می‌باشد[۱۳] و از سوی دیگر، فشار روبه‌جلوی مارپیچ تحت تأثیر آهنگ ورود مواد قرار می‌گیرد. نمودار مذکور نشان می‌دهد که به‌طورکلی



شکل ۷ اثر متقابل رقم شلتوک و فشار دهانه تخلیه سفیدکن مالشی دمشی بر درصد شکست برنج سفید

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸ اثر متقابل آهنگ ورود مواد و فشار دهانه تخلیه سفیدکن بر درصد شکست برنج

با افزایش فشار دهانه تخلیه، مقدار شکست برنج سفید در تمامی سطوح آهنگ ورود مواد، تقریباً به یک سو تمایل پیدا می‌کنند و به‌عبارت روشن‌تر مقادیر شکست به هم نزدیک می‌شوند. در این خصوص شاید بتوان گفت با افزایش فشار درون محفظه که در آهنگ ۳۰۰ kg/h و فشار دهانه تخلیه ۲۰۰ g/cm۲ به مقدار ماکزیمم خود می‌رسد، دانه‌های برنج به یکدیگر نزدیک و نزدیک‌تر می‌شوند به نحوی‌که دانه‌ها به یکدیگر تکیه کرده و فضای کافی برای تأثیرتنشهای خمشی به حداقل می‌رسد. در نتیجه، مقدار شکست در فاصله بین دبیهای بالا، جهش کمتری پیدا می‌کند.

جدول۳ ، مقایسه میانگین کل تیمارهای شکست را نشان می‌دهد. مطابق با جدول مذکور، بهترین تیمارها برای دست‌یابی به حداقل شکست برای ارقام مورد بررسی در جدول ٤ مرتب شده‌اند. در خصوص ارقام بی‌نام و خزر با توجه به عدم معناداری طیف گسترده‌تری از ترکیبات آهنگ ورود مواد و فشار دهانه تخلیه، ترجیحاً باید از ترکیباتی استفاده کرد که سرعت انجام کار را افزایش دهند. یعنی ترکیبی مناسب‌تر خواهد بود که آهنگ ورود مواد در آن بیشتر باشد. بنابراین، بهتر است برای رقم بینام ترکیب فشار دهانه تخلیه ۱۲۵ g/cm۲ و آهنگ ورود مواد ۲۵۰kg/h و برای رقم خزر از ترکیب آهنگ ۳۰۰ kg/h و فشار دهانه ۱۲۵ g/cm۲ بکار برده شود و برای رقم غریب با توجه به همسان بودن تیمارهای مربوط به حداقل شکست آن از نظر آهنگ ورود مواد، ترجیحاً بهتر است از تیماری استفاده شود که احتمالاً درجه سفیدی بیشتری را به‌دنبال داشته باشد؛ بنابراین بهترین تیمار برای رقم غریب، آهنگ ورود مواد ۱۵۰kg/h و فشار دهانه تخلیه ۱۵۰ g/cm۲ می‌باشد.

به منظور تعیین رابطه رگرسیونی برای تخمین مقدار شکست برنج سفید بر حسب سه متغیر آهنگ ورود مواد به درون سفیدکن(D)، فشار دهانه تخلیه سفیدکن(P) و ضریب رعنایی دانه شلتوک(S)، پس از آزمون و خطا، بهترین و ساده‌ترین معادله ممکن، معادله درجه اول سه متغیره تشخیص داده‌شد. بر این اساس مدل مورد نظر به شکل زیر نوشته شد.

$$sh = a_1 \times S + a_2 \times P + a_3 \times D + a_4 \times P \times S + a_5 \times D \times S + a_6 \times D \times P + a_7 \times S \times P \times D + a_8$$

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ مقایسه میانگینهای کل تیمارها برای درصد شکست برنج

رقم[۱]	آهنگ ورود مواد[۲]	فشار دهانه تخلیه[۳]	درصد شکست[٤]	سطوح معناداری*
K	D4	P4	۱۸/۸٦	A
K	D3	P4	۱۸/۰۳	AB
K	D4	P3	۱۷/۹۷	AB
K	D4	P2	۱۷/۳۹	ABC
K	D3	P3	۱۷/۱۰	ABCD
K	D2	P4	۱٦/۹۳	ABCD
K	D2	P3	۱٦/۸۵	ABCDE
G	D1	P4	۱٦/۸٤	ABCDE
K	D1	P4	۱٦/۷۹	ABCDE
B	D4	P4	۱٦/۵۲	ABCDEF
G	D2	P4	۱٦/۲٤	ABCDEFG
G	D4	P4	۱٦/۱۳	ABCDEFG
B	D3	P3	۱٦/۱۱	ABCDEFG
B	D2	P4	۱٦/۰٦	ABCDEFG
B	D4	P2	۱۵/۹۱	ABCDEFG
B	D3	P4	۱۵/۷٦	ABCDEFGH
K	D3	P2	۱۵/٦٦	ABCDEFGHI
K	D1	P3	۱۵/۵۰	ABCDEFGHI
G	D1	P3	۱٤/۸۷	ABCDEFGHIJ
K	D2	P2	۱٤/٦۷	ABCDEFGHIJK
B	D4	P3	۱٤/۵۷	ABCDEFGHIJK
K	D4	P1	۱٤/٤۵	ABCDEFGHIJKL
B	D2	P3	۱٤/۳۳	ABCDEFGHIJKL
G	D4	P3	۱۳/۹۰	BCDEFGHIJKLM
G	D3	P4	۱۳/۸۰	BCDEFGHIJKLM
K	D3	P1	۱۳/۸۰	BCDEFGHIJKLM
B	D3	P2	۱۳/۷۹	BCDEFGHIJKLM
B	D1	P4	۱۲/۹٦	CDEFGHIJKLMN
K	D1	P2	۱۲/۸۷	CDEFGHIJKLMN
B	D2	P2	۱۲/۷۰	DEFGHIJKLMN
G	D2	P2	۱۲/۳٦	EFGHIJKLMN
B	D4	P1	۱۲/۲٤	FGHIJKLMN
G	D4	P2	۱۲/۱۷	FGHIJKLMN
B	D1	P3	۱۱/۹۲	GHIJKLMN
G	D3	P3	۱۱/۵۵	HIJKLMNO
K	D1	P1	۱۱/٤۲	IJKLMNO
B	D3	P1	۱۰/۹۲	JKLMNOP
K	D2	P1	۱۰/۵۷	KLMNOP
B	D1	P2	۱۰/۳۸	LMNOP
B	D2	P1	۱۰/۳۱	LMNOP
G	D4	P1	۱۰/۱۸	MNOP
G	D2	P3	۹/۳٦	NOPQ
G	D3	P1	۹/۱۱	NOPQ
G	D3	P2	۷/۹۹	OPQ
B	D1	P1	۷/٦٤	PQ
G	D2	P1	۷/٤۹	PQ
G	D1	P2	٦/۳۲	QR
G	D1	P1	٤/۳۹	R

* اختلاف تیمارهایی که دارای حروف مشابه هستند، طبق آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ معنادار نیست.

۱ رقم شامل سه رقم خزر =K ، بینام =B و غریب = G

۲ آهنگ ورود مواد شامل چهار سطح D1=۱۵۰، D2=۲۰۰، D3 =۲۵۰ و D4= ۳۰۰ کیلوگرم در ساعت

۳ فشار دهانه تخلیه شامل چهار سطح P1=۱۲۵ ، P2 =۱۵۰، P3= ۱۷۵ و P4= ۲۰۰ گرم بر سانتی‌متر مربع

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤ بهترین ترکیبات تیمارها برای حداقل شکست برنج سفید، برحسب فشار دهانه سفیدکن و آهنگ ورود مواد

غریب		بی‌نام		خزر	
فشار دهانه (g/cm^2)	آهنگ ورود مواد (kg/h)	فشار دهانه (g/cm^2)	آهنگ ورود مواد (kg/h)	فشار دهانه (g/cm^2)	آهنگ ورود مواد (kg/h)
۱۲۵	۱۵۰	۱۲۵	۱۵۰	۱۲۵	۲۰۰
۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۲۵	۱۵۰
		۱۲۵	۲۰۰	۱۵۰	۱۵۰
		۱۲۵	۲۵۰	۱۲۵	۲۵۰
				۱۲۵	۳۰۰
				۱۵۰	۲۰۰

جدول ۵ ضرایب رگرسیون و شاخصهای آماری مربوطه برای درصد شکست برنج

عامل	ضریب رگرسیون	خطای استاندارد	آزمون t	سطح احتمال
D	$۷/۶۱۷\times۱۰^{-۲}$	۰/۰۲۱	۳/۵۵۸	**۰/۰۰۱
P	۰/۲۱۲	۰/۰۳۸	۵/۵٤٦	**۰/۰۰۰
S	٤/۸۳۲	۱/۳۳۲	۳/٦۲۸	**۰/۰۰۱
D×P	$-۳/۵\times۱۰^{-٤}$	۰/۰۰۰	-۲/٦۷۲	*۰/۰۱۱
S×P	$-۱/۸\times۱۰^{-۲}$	۰/۰۰۸	-۲/۲۸۵	*۰/۰۲۷

* معنادار در سطح احتمال ۵٪ ضریب تبیین مدل: R^2=۰/ ۸۵

** معنادار در سطح احتمال ۱٪ عدد ثابت مدل=-۳۰/۸٤

سپس به‌کمک نرم‌افزارSPSS ، ضرایب غیر معنادار حذف وتنها ضرایب معنادار مطابق با جدول۵ در نظر گرفته‌شدند. بدین ترتیب رابطه مذکور به شکل زیر به‌دست آمد:

$Sh=-۳۰/۸٤+۷/٦۱۷\times۱۰^{-۲}\times D+۰/۲۱۲\times P+٤/۸۳۲\times S-۳/۵\times۱۰^{-٤}\times D.P-۱/۸\times۱۰^{-۲}\times S.P$ $(R^2=۰/۸۵)$

که در این رابطه:

Sh= مقدار شکست برنج (درصد) ، D= آهنگ ورود مواد به درون سفیدکن(kg/h)، P= فشار دهانه تخلیه سفیدکن (g/cm^2) و S= ضریب رعنایی (بدون بعد).

نکته قابل توجه این که اطلاعات مربوط به عوامل مؤثر بر درصد شکست برنج سفید و سطوح معناداری آنها (مطابق با جدول تجزیه واریانس) با موارد مذکور در مدل به‌دست آمده هماهنگی دارد. ضریب تبیین یا تشخیص مدل بیانگر آن است که در واقع حدود ۸۵٪ از مقادیر شکست با این مدل قابل توجیه است.

٤- نتایج و پیشنهادات

در این تحقیق مشخص شد عوامل ماشینی فشار دهانه تخلیه و آهنگ ورود مواد به درون سفیدکن مالشی دمشی و اثرات متقابل آنها از فاکتورهای مهم از نظر تأثیر بر مقدار شکست برنج سفید به‌دست‌آمده، می‌باشند. بررسیها نشان داد بهترین ترکیب آهنگ ورود مواد و فشار دهانه تخلیه سفیدکن مالشی دمشی، به‌ترتیب برای ارقام خزر، بی‌نام و غریب عبارت از (۳۰۰ kg/h و ۱۲۵g/cm^2)، (۲۵۰ kg/h و ۱۲۵ g/cm^2) و (۱۵۰kg/h و

www.SID.ir

Archive of SID

g/cm^2 ۱۵۰) می‌باشد.

بررسیها نشان داد بهترین و ساده‌ترین معادله‌ای که مقدار شکست دانه‌های برنج سفید را بر حسب سه متغیر آهنگ ورود مواد به درون سفیدکن، فشار دهانه تخلیه سفیدکن و ضریب رعنایی دانه شلتوک توصیف می‌کند، یک معادله سه متغیره درجه اول به شکل زیر است:

$Sh=-۳۰/۸٤+۷/٦۱۷\times۱۰^{-۲}\times D+۰/۲۱۲\times P+٤/۸۳۲\times S-۳/٥\times۱۰\times D.P-۱/۸\times۱۰^{-۲}\times S.P \qquad (R^2=۰/۸٥)$

که در این رابطه داریم:

Sh= مقدار شکست برنج (درصد) ، D= آهنگ ورود مواد به درون سفیدکن(kg/h)، P= فشار دهانه تخلیه سفیدکن (g/cm^2) و S= ضریب رعنایی (بدون بعد).

٥- سپاسگزاری

بدینوسیله از همکاری بی‌دریغ پرسنل زحمت‌کش مؤسسه تحقیقات برنج کشور، به‌خصوص آقایان مهندس محمد رضا علیزاده ، مهندس صمد صبوری ، مهندس اله قلی‌پور، خانم مهندس حسینی و ریاست محترم مؤسسه تحقیقات برنج کشور، جناب آقای دکتر علی‌نیا قدر دانی می‌گردد.

٦- منابع

[1] Tantani Badawi A. A proposal on the assessment of rice post-harvest losses. Quality assurance in agricultural produce, Agricultural Resources Center, Egypt. ACIAR proceeding 2000; 100:1-10.

[2] Backhop CW. Rice post harvest losses in developing countries, U.S.D.A. Agric. Review, ARMW-12 April 1980. quoted in: Tantani Badawi A. 2000. A proposal on the assessment of rice post-harvest losses. Quality assurance in agricultural produce, Agricultural Resources Center, Egypt.ACIAR proceeding 1980; 100: 1-10.

[۳] پیمان میرحسین. بررسی عوامل شکستگی دانه در فرایند پوست کنی شلتوک. رساله دکتری دانشکده کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس ۱۳۷۸؛ ص۱۲٦.

[4] Ancheta CJ, Andales SC. Total milled and head rice recoveries of paddy as influenced by physico-varietal characteristics. Agricultural Mechanization in Asia. Africa and Latin America 1990; 21(1):53-58.

[5] Kunze OR. Enviromental conditions and physical properties which produce fissures in rice. Ph.D. Dissertation, Michigan State University. USA, quoted in: Ancheta, C. J. and Andales, S. C. 1990. Total milled and head rice recoveries of paddy as influenced by its physico- varietal characteristics. Agricultural Mechaniz-ation in Asia, Africa and Latin America 1964; 21(1): 50-54.

[6] Farouk SM, Islam MN. Effect of parboiling and milling parameters on breakage of rice grains, Agricultural Mechanization in Asia. Africa and Latin America 1995; 26(4):33-38.

[7] Juma Omar S, Yamashita R. Rice drying, husking and milling-part III milling. agricultural mechanization in Asia. Africa and Latin America 1987; 18(4): 65-68.

[8] Yamashita R, Goto K. The study of drying, husking and milling characteristics of rice grain (unpublished research) 1974, P. 19-31.

www.SID.ir

Archive of SID

[۹] خوش‌تقاضا محمد هادی، حیدری محسن، توکلی تیمور. بررسی کیفی اثر تیغه و مقدار ورودی برنج در سفیدکن اصطکاکی. مجله علمی کشاورزی ۱۳۸۰؛ جلد ۲٤: شماره ۲، صفحه ۱۹ تا ۳٤.

[10] Mohammad AR, Abdul KM, Ahmad A. Status of rice Processing Technology in Bangladesh , Agricultural Mechanization in Asia. Africa and Latin America 1996; 27 (1):46-50.

[11] Afzalinia S, Shaker M, Zare E. Comparison of different rice milling methods. Department of Agricultural & Biosource Engineering. University of Saskatchewan, SK, Canada S7N5A9.www.engr.usask.ca/dept/asaecsae /papers/asaepapermbsk02-214.pdf; 2002. P. 1-14.

[12] Juliano BO. Rice Chemistry and Technology. The American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesuta, USA; 1985. P. 1-774.

[13] Aroullo EV, Depadua DB, Graham M. Rice post harvest technology. International Development Research Center. Ottawa: Canada 1976. P.1-393.

[14] Anonymous. Standard Evaluation System for Rice. IRRI INGER 4th Edition 1996 July: 1-52.

[۱۵] صبوری صمد. ارتفاع مناسب خشک‌کردن شلتوک در خشک‌کنهای خوابیده. گزارش نهایی طرح پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور ۱۳۸۱؛ ۱ – ۲۱ ص.

[۱٦] خوش‌ضمیر علیرضا. تعیین درجه حرارت مناسب برای خشکاندن و درصد مناسب در پروسه تبدیل. گزارش نهایی طرح مؤسسه تحقیقات برنج کشور(رشت) ۱۳۸۲؛ ۱ – ۱۷ص.

[۱۷] فیروزی سعید. مطالعه پارامترهای مؤثر بر عملکرد سفیدکنهای دمشی برنج. رساله دکتری مکانیک ماشینهای کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی ـ واحد علوم و تحقیقات ۱۳۸۲؛ ۱۳۵ ص.

[۱۸] قوامی شعبان. بررسی اثر دور توپی سفیدکن و درجه سفیدکنندگی بر روی میزان برنج خرد شده رقم خزر در دستگاه سفیدکن. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران. ۱۳۸۱؛ ۹۹ ص.

[19] Van Ruiten H. The quality of paddy related to the performance of rice mills. SEARCA, Los Banos, Philippines, quoted in: Ancheta CJ, Andales SC. 1990. Total milled and head rice recoveries of paddy as influenced by its physico- varietal characteristics. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 1979; 21(1): 50-54.

[20] Bautista RC, Sibenmorgen TJ. Fissure formation in brown rice kernels observed with a video microscopy system. Ongoing studies: rice quality and processing. BR. Wells Rice Research Series; 2000. P. 224-30.

www.SID.ir

Archive of SID

The Effect of Feed Rate and Outlet Pressure on the kage of Rice Kernels in a Rice Jet Pearler

Firouzi S.[1*], Minaee S.[2], Payman M. H.[3] & Fotohi H.[4]

1- Ph. D. Student in Mechanics of Farm Machinery, Science & Research Branch, lamic Azad University, Tehran, Iran

2- Assistant Professor , Tarbiat Modaress University, Tehran/Iran.

3- Assistant Professor , Guilan University. Guilan/Iran.

4- Assistant Professor , Guilan University. Guilan/Iran.

Rice breakage is a major concern in Iran. The price drop due to breakage is about 30 to 50 percent. Thus, research on the influence of effective parameters on kernel breakage is essential. There fore a research was conducted in the Rice Research Institute of Iran to study the effects of feed rate and pressure of the Jet Pearler outlet on kernel breakage. The feed rate levels were 150, 200, 250, 300 kg/h and the outlet pressure levels included 125, 150, 175, 200 g/cm^2 . Rice varieties studied were Khazar (long grain), Binam (medium grain) and Gharib (short grain). The results indicated that with increasing feed rate, at the first, the kernel breakage decreased and then significantly increased. Also with increasing outlet pressure, the rice breakage increased. Breakage of khazar variety was more than Binam and Gharib Varieties, respectively. The results showed that the appropriate combination of feed rate and outlet pressure for Khazar, Binam and Gharib varieties were (300kg/h, 125g/cm^2) , (250kg/h, 125g/cm^2) and (150 kg/h , 150 g/cm^2), respectively. The best and simplest regression model for predicting the breakage percent of rice was found from the independent varieties.

Keywords: Rice milling, Jet Pearler, Pressure Inside the Milling Chamber.

* Corresponding author E-mail address: saeed firouzi @yahoo.com

www.SID.ir