

اثر دمای خشک کن و رطوبت نهایی شلتوک بر شکستگی دانه سه رقم برنج

• عاصفه لطیفی، محقق موسسه تحقیقات برنج کشور (نویسنده مسئول)

تاریخ دریافت: بهمن ماه ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: دی ماه ۱۳۹۰

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۱۳۳۳۶۹۰۰۵۲

Email: a.latifi@areo.ir

چکیده

شلتوک در فصل برداشت رطوبت بالایی دارد که برای نگهداری مناسب نیست. از این رو باید رطوبت را به زیر ۱۴٪ رساند و برای نگهداری طولانی تر حتی به ۱۲٪ نیز می‌رسانند. در این پروژه از روش خشک کن بستر ثابت آزمایشگاهی برای خشک کردن شلتوک سه رقم فجر، شفق و شیروودی و مطالعه تاثیر دما و رطوبت های مختلف بر درصد خرد و ترک آنها استفاده شده است. دماهای مورد استفاده ۴۰، ۵۰ و ۶۰°C و رطوبت نهایی ۱۲٪ و ۱۰٪ و در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار بوده است. بین ترک و فاکتورهای مورد بررسی رابطه معنی داری وجود نداشت. اما درصد خرد شدن با فاکتورها رابطه معنی داری داشت. میزان خرد در رطوبت ۱۰٪ نسبت به رطوبت ۱۲٪ در همه رقم ها کمتر بوده است. دمای بالا نیز در بعضی از رقم ها باعث افزایش میزان خرد شده بود اما در بعضی دیگر تفاوت معنی داری ایجاد نکرده بود. علت این تفاوت ها متفاوت بودن رطوبت اولیه شلتوک ها بوده است رقم شفق رطوبت اولیه ۱۷٪ و دو رقم دیگر رطوبت ۱۵٪ داشتند به همین دلیل شفق در دمای ۶۰°C بالاترین خرد را داشت اما رقم فجر و شیروودی تفاوتی از نظر درصد خرد در دماهای مختلف نداشتند. هر رقمی که رطوبت اولیه بالاتری داشته باشد به دمای خشک کردن حساس تر خواهد بود.

کلمات کلیدی: خشک کردن، ترک، برنج شکسته، شیروودی، شفق و فجر

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:102 pp: 71-75

Effect of drying temperature and paddy final moisture on milling quality of three rice varieties

By: A. latifi, (Corresponding Author; Tel: 01333690052), Researcher of rice research institute of Iran

Received: January 2010

Accepted: December 2011

Rice is usually harvested at a high moisture content therefore it must be subjected to drying till the moisture below 14% and for longer storing till 12%. In this project a fixed laboratory dryer was selected for drying three varieties with three range of temperature 40, 50 and 60 C and two range of final moisture content 12% and 10% as completely randomized design. Correlation of crack kernel with drying temperature and final moisture was studied. There was no significant correlation between them. But all the varieties have lower broken rice at 10% moisture. The varieties response to temperature was different because they have different initial moisture content. Shafagh has initial moisture 17% and the others have initial moisture 15%, though shafagh showed higher broken rice at 60 C but shirody and fajr have no significant different between three temperatures.

Key words: drying, track, broken rice, shirody, shafagh and fajr

جویی در مصرف انرژی و بهتر شدن کیفیت محصول می شود. برای خشک کردن چند مرحله‌ای شلتوک را در رطوبت های بالا (بالای ۲۰٪) برداشت می کنند. و از دمای بالا برای رساندن رطوبت تا ۱۸٪ استفاده می کنند سپس به شلتوک استراحت داده و بعد در دمای کمتر، رطوبت را به زیر ۱۴٪ می رسانند. امروزه از خشک کن بستر متحرک برای کاهش رطوبت تا ۱۸٪ و از دما های بالا (تا ۱۵۰° C) استفاده می نمایند. فواید این خشک کن ها: توزیع یکنواخت رطوبت، افزایش سرعت خشک کردن، کاهش مصرف انرژی، بهبود کیفیت دانه و نتیجه مهم افزایش راندمان برنج سالم است (۱۶).

خشک کن های مجهز به سیستم های مادون قرمز هم برای خشک کردن دانه های آفت زده و میکروبی کاربرد دارد. در این سیستم از دمای ۷۰° C - ۶۰ برای خشک کردن استفاده می شود سپس به شلتوک استراحت می دهند تا به آهستگی سرد شده و ترک ایجاد نشود (۱۴).

اکورتا و همکاران (۵) شلتوک برنج را به سه روش یک، دو و سه مرحله ای خشک کردند. و نتیجه گرفتند که در خشک کردن یک مرحله ای درصد ترک بیشتر و در چند مرحله ای درصد ترک کمتر بوده است. نکته جالب در این تحقیق این بوده است که الزاما افزایش ترک موجب افزایش خرده رنج نشده بود. اگر دمای استراحت دهی بالا و تقریبا به اندازه دمای خشک کردن باشد حتی یک مرحله ای نیز نتایج قابل قبولی می دهد و تفاوت چندانی از نظر خرده رنج با چند مرحله ای نخواهد داشت و علت آن عبور نکردن مداوم از دمای انتقال شیشه ای بیان شده است.

دمای انتقال شیشه ای برای برنج بین ۲۴ تا ۷۸ درجه سانتی گراد می باشد و رابطه معکوس خطی با رطوبت شلتوک دارد. در زیر این دما شلتوک به حالت شیشه ای و در بالای این دما حالت پلاستیکی دارد در صورتیکه دمای اولیه خشک کن بالاتر از دمای انتقال باشد و در پایان شلتوک با دمای محیط که پایین تر از دمای خشک کن است مواجه شود از حالت پلاستیکی به حالت شیشه ای درمی آید و چون این دو منطقه

مقدمه

برنج غذای اصلی بسیاری از مردم جهان و تامین کننده مقادیر زیادی از کالری مورد نیاز مصرف کنندگان است و به همراه گندم و ذرت جزء سه غله مهم محسوب می شود (۱۳). به دلیل مصرف مستقیم برنج، درصد خرد آن عامل مهمی است. عوامل مختلفی بر درصد خرده برنج تاثیر گذارند از جمله وارپته، عوامل محیطی در طول دوره رشد و برداشت و نوع خشک کردن. از این بین میزان مطلوب خشک کردن نقش مهمی دارد که خود به نوع رقم، رطوبت اولیه، درجه حرارت، رطوبت نسبی و روش خشک کردن بستگی داشته و همه این فاکتورها در راندمان برنج سالم و خرده برنج تاثیر گذارند (۹).

در اکثر کارخانجات کشور به مساله مطلوب خشک کردن و تبدیل به درستی توجه نمی شود برای مثال استفاده از پوست کن تیغه ای به جای نوع غلطک لاستیکی موجب افزایش خرده برنج می شود دلیل اینکار دیرتر خراب شدن غلطک های تیغه ای نسبت به لاستیکی و وابستگی به واردات غلطک های لاستیکی می باشد. همچنین ارتفاع نامناسب شلتوک در خشک کن های بستر ثابت که به ۱ تا ۲ متر می رسد و به این ترتیب لایه های زیرین بیش از اندازه خشک شده در حالیکه که لایه های بالایی هنوز رطوبت بیشتری دارند و این خود عاملی برای ترک برداشتن دانه برنج است. بحث استفاده از خشک کن های جریان مداوم نیز مطرح است اما به دلیل قیمت بالای دستگاهها این طرح نیز به کندی پیش می رود (۱).

شلتوک در فصل برداشت رطوبتی بین ۲۶٪ - ۱۸٪ دارد برای جلوگیری از فساد آن باید رطوبت کم شود تا بدین وسیله تنفس کاهش یافته و فعالیت کپک ها محدود شود برای این منظور رطوبت به زیر ۱۴٪ کاهش می یابد (۱۰).

روش های مختلفی برای خشک کردن شلتوک وجود دارد از جمله خشک کردن چند مرحله ای و استراحت دادن به شلتوک که باعث صرفه

نیز اندازه‌گیری شد. پس از رسیدن به رطوبت مورد نظر برای اندازه‌گیری درصد خرده برنج، نمونه با پوست‌کن غلطک لاستیکی مارک ساتاکه ژاپن به برنج قهوه‌ای تبدیل شده و بعد با دستگاه سفیدکن مالشی مارک ساتاکه به ظرفیت ۲۵۰ گرم به برنج سفید تبدیل شد. مدت زمان سفید کردن برای همه تیمارها ۱/۵ دقیقه بود. برای شمارش ترک در برنج قهوه‌ای شلتوک خشک‌شده با دست پوست‌گیری می‌شد تا اثر دستگاه‌های تبدیل در نتیجه تاثیرگذار نباشد. آزمون‌ها در سه تکرار و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد و با نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

درصد خرده برنج:

مقدار ۲۰ گرم از برنج سفید را برداشته و دانه‌های سالم از شکسته جدا شد. دانه‌هایی که طول آن از ۳/۴ طول کامل دانه کمتر بود بعنوان شکسته در نظر گرفته شد (۵). و درصد خرده برنج با فرمول زیر محاسبه شد.

درصد خرده برنج = وزن خرده برنج / وزن برنج سفید × ۱۰۰

درصد برنج سالم نیز از تفاضل ۱۰۰ از درصد خرده بدست می‌آید.

درصد ترک:

۱۰۰ عدد برنج قهوه‌ای را که با دست پوست‌گیری شد بر شیار دستگاه ترک‌بین قرار داده و با تابیدن نور از زیر دانه‌های ترک دیده مشاهده و نتیجه بر حسب درصد دانه ترک دار ثبت شد (۵).

نتایج

جدول ۲ بیانگر آن است که بین سه رقم به طور کلی از نظر درصد خرد تفاوت معنی داری وجود دارد. در جدول ۱-۲ این تفاوت نشان داده شده به طوری که رقم شفق درصد خرد کمتری از دو رقم دیگر داشت. همچنین جدول ۲ بیانگر آن است که دمای خشک کردن صرف نظر از نوع رقم بر درصد خرد ارقام تاثیرگذار بوده که در جدول ۲-۲ نشان داده شده است مطابق این جدول خشک کردن در دمای ۶۰ درجه بالاترین میزان خرد را داشت. از جدول ۲ استنباط می‌شود که رطوبت نهایی شلتوک نیز صرف نظر از نوع رقم بر درصد خرد تاثیرگذار بود و در جدول ۳-۲ نشان داده شده، مطابق این جدول خشک کردن شلتوک تا سطح رطوبت ۱۰٪ همواره درصد خرد کمتری در تبدیل داشته است.

بحث و نتیجه گیری

با توجه به جدول ۱ دیده می‌شود که رطوبت شلتوک بر درصد خرد هر سه رقم شفق، شیروودی و فجر تاثیر داشته است به طوری که رطوبت ۱۰٪ در همه موارد کمترین میزان خرد را داشت که در دو رقم شفق و فجر این تاثیر معنی دار بوده است. معمولاً رطوبت شلتوک برای خشک کردن زیر ۱۴٪ در نظر گرفته می‌شود. و برای نگهداری طولانی مدت حدود ۱۲٪ را پیشنهاد می‌کنند (۵، ۱۲، ۱۴، ۱۶). در واقع در اثر کاهش رطوبت تا ۱۰٪ سختی دانه نسبت به رطوبت ۱۲٪ افزایش یافته و مقاومت به خرد شدن حین عملیات تبدیل زیاد شده و به دنبال آن درصد خرد کاهش می‌یابد. درصد ترک در هر سه رقم با دما و رطوبت رابطه معنی داری نداشته است (بدلیل معنی دار نبودن از ذکر نتایج خودداری شده است). البته بین سه رقم از نظر میزان ترک تفاوت معنی داری وجود داشته است. رقم فجر تفاوت معنی داری با شفق داشت و شیروودی با هیچکدام از دو رقم تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۲-۴). این درست بر خلاف انتظار بوده است چون رقم فجر که بالاترین میزان خرد را دارا بود کمترین میزان ترک را داشت.

ضریب انبساط حرارتی متفاوتی با هم دارند در نتیجه تحت استرس وارده در اثر جابجایی رطوبت، شلتوک ترک برمی‌دارد. بنابراین هرچه دمای استراحت‌دهی (دمای بعد خشک‌کن) بالاتر باشد و شلتوک آهسته تر خنک شود، رطوبت آرامتر جابجا شده و ترک کمتری ایجاد می‌شود و برنج سالم بیشتری خواهیم داشت اگر قرار باشد از خشک‌کردن یک مرحله‌ای استفاده شود و شرایط استراحت‌دهی نیز وجود نداشته باشد یا دمای محیط باشد، معمولاً دمای زیر 50°C توصیه می‌شود چون در بالاتر از این دما مشکل عبور مکرر از دمای شیشه‌ای و خروج از آن وجود خواهد داشت که منجر به درصد خرد بالاتری می‌شود. در مورد ترک در برنج نیز عوامل مختلفی نظیر ترک در مزرعه، حین برداشت و در مرحله خشک‌کردن و بعد آن بیان شده است. در مرحله خشک‌کردن با رعایت نکات گفته شده در بالا می‌توان میزان آنرا به حداقل رساند (۵، ۶، ۷، ۱۱، ۱۳).

در داخل کشور نیز به دلیل متداول بودن سیستم خشک‌کن بستر ثابت تقریباً بیشتر محققین از این نوع خشک‌کن و خشک‌کردن یک مرحله‌ای استفاده کردند.

خوش‌ضمیر (۲) با مطالعه بر روی سه رقم خزر، سپیدرود و بینام به ترتیب دمای ۳۵، ۴۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۱۲٪-۱۱٪، ۱۳-۱۴٪ و ۱۱-۱۲٪ را مناسب برای تبدیل تعیین نمود. عارفی (۳) با مطالعه بر ارقام ۳ و ۳ هراز به ترتیب دمای ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت مناسب را ۱۱-۱۰٪ ذکر نمود. تجددی طلب (۱) به این نتیجه دست یافت که با افزایش دمای خشک‌کن در مورد رقم علی‌کاظمی خرد بیشتری حاصل می‌شود. برای این رقم دمای 35°C و رطوبت ۱۰-۹٪ را پیشنهاد داد. و در خشک‌کردن چند مرحله‌ای رقم خزر پی برد که در این روش موجب کاهش درصد خرد و یا به بیان دیگر افزایش درصد برنج سالم می‌شود. هدایتی پور (۴) برای ارقام فجر، ندا و ساحل دمای 40°C و رطوبت ۱۱-۱۰٪ را پیشنهاد نمود.

در این پروژه سه رقم شیروودی، شفق و فجر در سه دمای مختلف خشک‌کردن تا رسیدن به دو سطح رطوبت مورد مطالعه قرار گرفت. تاثیر دماهای ۴۰، ۵۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد برای دو سطح رطوبتی ۱۰٪ و ۱۲٪ بر درصد برنج سالم و میزان ترک دار بودن مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

۱۰ کیلوگرم شلتوک سه رقم شیروودی، شفق و فجر از مزرعه معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور که مدیریت زراعی مربوط به خود را داشتند، برداشت شد. بعد از جدا کردن ناخالصی‌ها توسط دستگاه بوجار نمونه‌ها با خشک‌کن خشک گردیدند. نوع خشک‌کن بکار رفته بستر ثابت آزمایشگاهی بوده، دارای چهار خانه به ظرفیت ۴ کیلوگرم بود که با نیروی برق کار می‌کرد. همچنین قابلیت تنظیم دما را داشته و سرعت باد آن نیز قابل تنظیم بوده است. دستگاه در دماهای مورد نظر که ۴۰، ۵۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد بود تنظیم می‌شد و در صفحه مانیتور دستگاه نمایش داده می‌شد سرعت باد قبل از شروع خشک‌کردن با بادسنج ۲ متر بر ثانیه تنظیم شد (مارک Lutron AM-4202 کشور تایوان). قطر لایه شلتوک حدود ۱۰ سانتی‌متر در هر محفظه خشک‌کن در نظر گرفته شد زیرا تا این ارتفاع شلتوک به طور یکنواخت خشک می‌شود (۱). برای هر دما مقدار کافی شلتوک در خشک‌کن ریخته شده و در زمان‌های معین با رطوبت‌سنج، رطوبت آن اندازه‌گیری می‌شد تا به رطوبت ۱۲٪ و ۱۰٪ برسند. رطوبت اولیه شلتوک

جدول ۱- تجزیه واریانس درصد خرد سه رقم فجر، شفق و شیروودی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات فجر	میانگین مربعات شفق	میانگین مربعات شیروودی
دما	۲	۱۷/۵۶۹	۸۹/۶۸۶**	۱/۰۸۶
رطوبت	۱	۱۹۴/۱۱۱**	۶۸/۱۱۵*	۱۸/۴۸۳
دما . رطوبت	۲	۱/۹۱۴	۷/۰۹۹	۴/۹۳۹

* ۹۵٪ معنی دار است ** ۹۹٪ معنی دار است

جدول ۱ بیانگر آن است که خشک کردن تا سطح رطوبت پایین تر (۱۰٪) تاثیر معنی داری بر درصد خرد دو رقم فجر و شفق داشت. جدول ۱-۱ نشان دهنده آن است که رطوبت ۱۰٪ میزان خرد کمتری در هر دو رقم فجر و شفق داشت. البته در رقم شیروودی هم این تاثیر وجود داشت اما از نظر آماری معنی دار نبود.

۱-۱ مقایسه میانگین اثر رطوبت بر درصد خرد رقم فجر و شفق

درصد رطوبت	درصد خرد فجر	درصد خرد شفق
۱۰	۴۳/۲۰۰	۳۷/۷۲۰۰
۱۲	۴۹/۷۶	۴۱/۲۷۲۵

جدول ۱ بیانگر آن است که دما فقط بر درصد خرد رقم شفق تاثیر گذار بوده و نحوه اثر گذاری در جدول ۱-۲ نشان داده شد. مطابق این جدول خشک کردن در دمای ۴۰ و ۵۰ درجه سانتی گراد تاثیر یکسانی بر درصد خرد داشت در حالیکه خشک کردن در دمای ۶۰ درجه میزان خرده برنج را افزایش داده بود.

۲-۱ مقایسه میانگین اثر دما بر درصد خرد رقم شفق

دما	درصد خرد
۱	۲
۴۰	۳۷/۴۶۱۷
۵۰	۳۷/۲۰۸۳
۶۰	۴۴/۳۲۸۰

جدول ۲- تجزیه واریانس درصد خرد و درصد ترک سه رقم با هم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات خرد	میانگین مربعات ترک
رقم	۲	۲۰۳/۳۱۷**	۹۰/۰۷**
دما	۲	۶۵/۱۲۳*	۲/۲۹
رطوبت	۱	۲۳۳/۳۲۱**	۱/۱۸
رقم. دما	۴	۲۵/۰۳۸	۳۶/۸۵
رقم. رطوبت	۲	۲۳/۲۸۷	۵۶/۰۷*
دما. رطوبت	۲	۰/۷۵۱	۲۱/۴۰
رقم. دما. رطوبت	۴	۶/۶۲۲	۴۲/۲۹
خطا	۳۵	۱۴/۸۸۱	۱۶/۱۸

۱-۲ مقایسه میانگین درصد خرد سه رقم		۲-۲ مقایسه میانگین اثر دما بر درصد خرد سه رقم		۳-۲ مقایسه میانگین اثر رطوبت بر درصد خرد سه رقم		۴-۲ مقایسه میانگین درصد ترک سه رقم	
رقم	درصد خرد	رقم	درصد ترک	درصد رطوبت	درصد خرد	رقم	درصد ترک
شفق	۳۹/۳۹۱۸	۴۰	۴۱/۹۷۶۱	۱۰	۴۱/۴۱۷۴	۱	۴۳/۵۶
شیروودی	۴۴/۳۴۵۶	۵۰	۴۲/۸۸۱۷	۱۲	۴۵/۶۲۷۷	۴۰/۸۹	۴۰/۸۹
فجر	۴۶/۴۸۳۹	۶۰	۴۵/۷۱۴۷			۳۹/۱۱	

جدول ۲ نشانگر آن است که بین ارقام از نظر میزان ترک تفاوت معنی دار وجود دارد. مطابق جدول ۲-۴ رقم فجر کمترین و رقم شفق بیشترین ترک را داشت و رقم شیروودی تفاوت معنی داری با دو رقم دیگر نداشت.

۴. هدایتی پور، ابو الفضل. (۱۳۸۲). بررسی تاثیر دمای خشک کن و رطوبت نهایی شلتوک بر درصد شکستگی و درصد دانه ترک دار در ارقام پر محصول استان مازندران. گزارش موسسه تحقیقات برنج کشور.

5. Aquerreta, J., Iguaz, A., Arroqui, C., and Virseda, P. (2007). Effect of high temperature intermittent drying and tempering on rough rice quality. *J. of Food Engineering*, 80, 611-618.
6. Bonazzi, C., Du Peuty, M.A. and Themlin, A. (1997). Influence of drying condition on the processing quality of rough rice. *Drying Technology*, 15(384), 1141-1157.
7. Cnossen, A.G., Jimenes, M.J. and Siebenmorgen, T.J. (2002). Rice fissuring response to high drying and tempering temperatures. *J of Food Engineering*, 59, 61-69.
8. Cnossen, A.G. and Siebenmorgen, T.J. (2000). The glass transition temperature concept in rice drying and tempering: effect on milling quality. *Transaction of the ASAE* 43(6), 1661-1667.
9. Fan, J. Siebenmorgen, T.J. and Yang, W. (2000). A study of head rice yield reduction of long and medium grain rice varieties in relation to various harvest and drying condition. *ASAE*, 43(6), 1709-1714.
10. Hall, C.W. (1970). Handling and storage of food grains in tropical and subtropical areas. *FAO Agriculture Development paper No. 90*.
11. Iguaz, A., Rodrigues, M. and Viseda, P. (2006). Influence of handling and processing of rough rice on fissures and head rice yields. *J. of Food Engineering*, 77, 803-809.
12. Juliano, B.O. (1985). *Rice Chemistry and Technology, rough rice drying*, (pp.233-259). Minnesota, USA. AACCC Inc.
13. Luh, B.S. (1991). *Rice Production*. 2nd ed. New York, Van Nostrand Reinhold
14. Pan, Z., Khir, R., Godfrey, L.D., Lewis, R., Thompson, J.F., and Salim, A. (2008). Feasibility of simultaneous rough rice drying and disinfections by infrared radiation heating and rice milling quality. *J. of Food Engineering*, 84, 469-479.
15. Siebenmorgen, T.J. and Truitt, E.E. (2005). Recent advances in rough rice drying: application of glass transition principles. *Stewart Postharvest Review*, 4:9.
16. Wiset, L.G., Srzednicki, R., Driscoll, C., and Siwaponak, P. (2001). Effect of high temperature drying on rice quality. *Agricultural Engineering International: The CIGR J. of Sci. Research and Development*. Vol III.

البته در تحقیق اکوارتا و همکاران (۵) هم الزاما بین ترک و درصد برنج سالم ارتباطی وجود نداشت یعنی با وجود افزایش ترک در رقم مورد بررسی درصد برنج سالم آن تغییری نکرده بود. نکته دیگر آن است که ما فقط ترک های موجود را می شماریم اما ممکن است ماهیت این ترک ها با هم متفاوت باشد و بعضی از ترک ها عمیق بوده و در حین فرایند تبدیل شکسته می شوند اما برخی از ترک ها سطحی بوده و حین تبدیل مقاومت می نمایند.

در ارتباط با تاثیر دما از میان سه رقم فقط رقم شفق بود که به دمای خشک کن واکنش نشان داد یعنی در دمای ۶۰°C بالاترین درصد خرد را داشت. اما دو رقم فجر و شیروودی در سه دمای ۴۰، ۵۰ و ۶۰°C از نظر درصد خرد تفاوت معنی داری با هم نداشتند. دلیل این امر در رطوبت اولیه رقم ها بوده است. رقم شفق رطوبت ۱۷٪ و دو رقم دیگر رطوبت ۱۴ تا ۱۵٪ داشتند. نکته اساسی در خشک کردن شلتوک آن است که دائم شلتوک از خط دمای انتقال شیشه ای نگذرد و وارد فاز پلاستیکی و فاز شیشه ای نشود چون این عمل ایجاد ترک و درصد خرد بیشتری می نماید (۵،۷،۱۵). طبق منحنی دما انتقال شیشه ای هر چه رطوبت اولیه شلتوک بالاتر باشد به دمای پایین تری برای عبور نکردن از خط انتقال شیشه ای، جهت خشک کردن نیازمندیم (۸،۱۵). خصوصا این حالت در زمانی که خشک کردن یک مرحله ای است و مرحله استراحت دهی نداریم اهمیت بیشتری دارد چون شلتوک که بالای خط انتقال شیشه ای رفته بود یکباره در معرض دمای محیط قرار می گیرد و از خط انتقال به زیر آمده و تغییر حالت ناگهانی سبب افزایش درصد خرد می شود. که در مورد رقم شفق این اتفاق افتاده است. در مقایسه کلی سه رقم با هم (جدول ۲-۱) می بینیم که دما و رطوبت اثر معنی داری بر درصد خرد داشته است و نوع رقم تاثیرگذار بوده است. از این بین رقم فجر درصد خرد بالاتری نسبت به دو رقم دیگر داشت که البته از نظر آماری تفاوت معنی داری با رقم شیروودی نداشت. میزان خرده برنج ارقام مختلف با یکسان فرض کردن شرایط خشک کردن و نحوه تبدیل متاثر از ژنتیک گیاه می باشد.

نتیجه گیری نهایی

در واقع الگوی خشک کردن همه رقم ها تا حدود زیادی شبیه به هم است که بر اساس منحنی دمای انتقال شیشه ای توجیح پذیر می باشد. باید دید رطوبت اولیه شلتوک مورد نظر چند است و سپس دمای مناسب برای خشک کردن را انتخاب نمود. هر چه رطوبت اولیه شلتوک بالاتر باشد دمای خشک کردن آن باید پایین تر در نظر گرفته شود (در خشک کردن یک مرحله ای).

منابع مورد استفاده

۱. تجددی طلب، کبری. (۱۳۸۴). بررسی ضایعات برنج پس از برداشت و ارائه راه کارهای کاهش آن. گزارش نهایی طرح، موسسه تحقیقات برنج کشور.
۲. خوش ضمیر، علیرضا. (۱۳۷۲). تعیین درجه حرارت مناسب برای خشکاندن شلتوک در پروسه تبدیل برنج. گزارش موسسه تحقیقات برنج کشور.
۳. عارفی، حبیب اله. (۱۳۷۹). بررسی اثر دمای خشک کن و رطوبت شلتوک روی راندمان تبدیل ارقام ۳ و ۳ و هراز به برنج سفید. گزارش موسسه تحقیقات برنج کشور.