



پانزدهمین همایش ملی برنج کشور

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری - پژوهشکده زنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان

۱-۲ اسفند ۱۳۹۱

(محور تولید اقتصادی و ارتقای بهره وری)

بررسی اثر دما و شرایط خشک کردن لایه نازک سه رقم دانه برنج بر میزان درجه سختی

ياسر محمدی نشلی^{۱*}، بابک بهشتی^۲

۱- کارشناس ارشد مکانیزاسیون ماشین‌های کشاورزی، موسسه تحقیقات برنج کشور- معاونت مازندران

۲- استادیار گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران

*yasermohammadi@yahoo.com

چکیده

برای بررسی اثر عوامل ایجاد دانه‌های شکسته طی فرآیند تبدیل و آگاهی از برخی خصوصیات فیزیکی دانه برنج مطالعه ای بر روی ارقام پر کاربرد در شرایط کنترل شده انجام گردید. در این بررسی اثر چهار عامل رقم (طارم محلی، شیرودی و فجر)، دمای هوای خشک‌کن (در چهار سطح ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سلسیوس)، سرعت جریان هوای خشک‌کن (در دو سطح ۱/۵ و ۲/۵ متر بر ثانیه) و رطوبت نهایی شلتوک برنج (در سه سطح ۹_۱۰، ۱۱_۱۰ و ۱۲_۱۱ درصد بر پایه تر) مورد ارزیابی قرار گرفت. با افزایش دما، میزان سختی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. بیشترین میزان اندازه سختی برای هر سه رقم مورد بررسی در سطح دمای ۴۰ درجه به‌دست آمد. با افزایش رطوبت و افزایش در سرعت جریان هوای خشک‌کن نیز میزان اندازه سختی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که در رطوبت (۱۲-۱۱) درصد بر پایه تر کمترین میزان اندازه سختی مشاهده شد. به‌طور کلی کاهش دمای هوای خشک‌کن رطوبت نهایی شلتوک و کاهش سرعت جریان هوای خشک‌کن موجب افزایش در میزان اندازه سختی دانه برنج شده است. کلمات کلیدی: شلتوک برنج، رطوبت تبدیل برنج، درصد شکستگی، خواص مکانیکی

مقدمه

برنج در ایران به لحاظ نقشی که در الگوی مصرف و تامین غذای مورد نیاز جامعه به عهده دارد از اهمیت خاصی برخوردار است. این محصول به دلیل پوشش دادن فعالیت ۳۵۱۰۰۰ خانوار ایرانی بهره بردار که ۱۲/۶ درصد بهره بردار بخش کشاورزی را در بر می‌گیرد و نیز اشتغالی که برای بخش‌های صنعت و خدمات در تبدیل، آماده سازی و توزیع آن نموده است اهمیت آن را روشن‌تر می‌نماید (پیردشتی، و نصیری، ۱۳۸۵). در فرآیند تبدیل شلتوک به برنج سفید درصدی از دانه‌ها شکسته (خرد) می‌شوند. مقدار شکست دانه به عوامل متعددی بستگی دارد. این عوامل به‌طور کلی به عوامل قبل از تبدیل و حین تبدیل تقسیم بندی می‌شوند. عوامل حین تبدیل شامل میزان رطوبت شلتوک قبل از برداشت، عمل خشک‌کنی محصولات برای نگهداری در انبار به منظور تبدیل در فرصت مناسب، نوع و دمای خشک‌کن‌ها، عملیات پوست‌کنی و عملیات سفیدکنی هستند (سلیمانی و همکاران، ۱۳۸۰). در این میان خشک کردن از پر اهمیت‌ترین مراحل تبدیل برنج محسوب می‌شود. خشک کردن مناسب برنج می‌تواند از خسارات در مراحل بعدی جلوگیری کند. خشک کردن یک عمل فیزیکی - حرارتی و فیزیکی - شیمیایی است. خشک کردن مؤثرترین عملیات پس از برداشت برای حفاظت دانه برنج و انجام عملیات های بعدی می باشد (هدایتی پور و همکاران، ۱۳۸۴). خشک کردن صحیح سبب پایدار شدن مواد شده و طی عملیات های بعدی (پوست‌کنی، سفید‌کنی و انبارداری) به حفظ



پانزدهمین همایش ملی برنج کشور

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری - پژوهشکده زنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان

۱۳۹۱-۱۲ اسفند

(محور تولید اقتصادی و ارتقای بهره‌وری)

کیفیت دانه برنج کمک زیادی می‌نماید. طی عملیات تبدیل، دانه‌های شلتوک برنج تحت تنش‌های حرارتی و مکانیکی بسیاری قرار می‌گیرند. این مسأله سبب بوجود آمدن ضایعات در محصول نهایی می‌شود. این امر کیفیت تبدیل^۱ را پایین می‌آورد. قابلیت تبدیل شالی به برنج سفید، بدون شکستگی را کیفیت تبدیل گویند. در کارخانجات شالیکوبی، مخزن خشک‌کن‌های برنج تا ارتفاع ۷۰ الی ۸۰ سانتیمتر از شلتوک انباشته می‌شود. از طرف دیگر در یک خشک‌کن چندین رقم با هم خشک می‌شوند. در حالی که رفتار شلتوک از نظر درصد شکستگی در مراحل بعدی نسبت به دما در ارقام مختلف با هم فرق دارد و هر رقم در یک دمای خاص بهترین عملکرد را دارا است. این مسأله یکی از بزرگترین معضلات در قسمت خشک کردن برنج می‌باشد (هدایتی پور و همکاران، ۱۳۸۴). سختی یا مقاومت به شکست در دانه برنج یکی از عوامل تعیین کننده کیفیت دانه به‌شمار می‌رود. سختی کم در کل به لحاظ کیفیتی برای برنج مطلوب نمی‌باشد و انجام آزمایش‌هایی برای تعیین سختی می‌تواند در قضاوت بر سر کیفیت دانه برنج مفید باشد و میزان مقاومت دانه برنج را می‌توان در مقابل نیروهای مکانیکی که بر دانه وارد می‌شود بررسی نمود. در مراحل پوست‌کنی و سفیدکنی نیروهایی بر دانه برنج وارد می‌شود. این نیروها می‌توانند سبب افزایش میزان خرد شده‌گی دانه برنج شده که این مسأله به عنوان یکی از مهمترین شاخص‌ها در کیفیت برنج مطرح می‌باشد. تعیین آن دسته از ویژگی‌های محصول، که منجر به کسب اطلاعاتی از خصوصیات محصول نهایی گردد می‌تواند سبب ارتقای کیفیت فرآورده نهایی آن پس از عملیات فرآوری گردد. این مسأله تأثیر عمده‌ای بر کاهش ضایعات و ارتقای ارزش افزوده محصول خواهد داشت. برنج تنها محصولی است که شکل ظاهری و درصد شکستگی در آن عامل مهمی در بازار پسندی و کیفیت آن به‌شمار می‌رود. هرچه دانه‌های برنج سالم‌تر بوده و از شکستگی کمتری برخوردار باشند، دارای قیمت بالاتر و بازار پسندی بهتری خواهند بود. ارزش اقتصادی برنج خرد شده نسبت به برنج سالم بشدت افت می‌کند. تا جایی که قیمت برنج خرد شده در بازار بین یک سوم تا یک چهارم قیمت برنج کامل و سالم است. فرایند خشک کردن همراه با از دست دادن رطوبت در اثر حرارت ناشی از خشک‌کن و کار دمنده‌های خشک‌کن که هوای گرم را به سطح شلتوک برنج دمیده انجام می‌گیرد. در طی این فرآیند که موجب از دست رفتن رطوبت از سطح دانه می‌شود، امکان بوجود آمدن تغییرات فیزیکی وجود دارد که موجب افزایش در میزان ضایعات در قسمت‌های بعدی جریان تبدیل شلتوک به برنج سفید می‌شود. در این تحقیق هدف اصلی بیان وجود رابطه بین فرآیند خشک کردن دانه در مرحله خشک‌کنی به عنوان مهم‌ترین مرحله عملیات پس از برداشت برنج و اندازه سختی دانه برنج برای رقم‌هایی است که بیشترین سطح کشت را در منطقه مازندران به خود اختصاص داده‌اند. موضوع بحث انگیز روند افزایشی ضایعات مواد غذایی، یکی از چالش‌های جدی اکثر کشورها به ویژه، کشورهای در حال توسعه است. سیاستمداران و اندیشمندان مجامع علمی در جهان سوم درصدد برآمده‌اند برای کاهش ضایعات محصولات کشاورزی در مراحل مختلف تولید، توزیع و مصرف چاره‌اندیشی کنند (شادان و میهن خواه، ۱۳۸۲).

ضایعات از چند جنبه بر اقتصاد ضربه وارد می‌کند (توده روستا، ۱۳۸۲):

۱. میزان تولید را کاهش می‌دهد.
۲. نیاز به واردات را افزایش می‌دهد.
۳. نهاده‌های لازم برای تولید را که به سختی فراهم می‌شوند، هدر می‌دهد.



پانزدهمین همایش ملی برنج کشور

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری - پژوهشکده زنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان

۱۳۹۱-۱۲ اسفند

(محور تولید اقتصادی و ارتقای بهره وری)

بر اساس آمارهای موجود در ایران، تقریباً ۳۰٪ از محصولات کشاورزی بدون اینکه به مصرف برسد، در مراحل مختلف از بین می‌رود و صنایع تبدیلی موجود در ایران به آن حد از رشد نرسیده که بتواند از تمامی اجزای یک محصول کشاورزی بهره مناسب و کامل را ببرد (بی نام، ۱۳۸۲).

دقت در خشکاندن شالی یکی از راه‌های جلوگیری از ضایعات خواهد بود. یکی از عوامل مهم بر کیفیت تبدیل برنج مقدار محتوای رطوبتی دانه می‌باشد. رطوبت تعادل برنج^۱ به رطوبتی اطلاق می‌گردد که محصول تحت آن رطوبت با محیط در حال تعادل است. رطوبت تعادل برنج به درجه حرارت، رطوبت نسبی هوا، محتوای رطوبتی دانه، رقم و میزان رسیدگی دانه بستگی دارد. در طی فرآیند خشک کردن، آب از قسمت‌های داخل مغز دانه به طرف سطح آن حرکت می‌کند که در این حالت چروکیدگی دانه به وجود می‌آید و قسمت‌های خارجی بیش از قسمت‌های داخلی چروکیده می‌شود. اگر سرعت خشک کردن بیش از حد معین باشد، در اثر چروکیدگی غیر یکنواخت فشاری به مغز دانه وارد می‌شود که موجب ترک خوردن و تکه تکه شدن آن می‌شود (زمانی و علیزاده، ۱۳۸۶). خشک کردن یک فرآیند جابجایی است که در آن رطوبت از محصول خارج می‌شود. ترکیب دانه‌های غذایی عمدتاً شامل ماده خشک، یعنی نشاسته، و رطوبت است. مقدار رطوبت محصولات در زمان برداشت بالاست. دانه‌های غذایی به طور طبیعی هیگروسکوپی هستند. با توجه به شرایط هوایی رطوبت را کسب کرده یا آن را از دست می‌دهند. انتقال رطوبت داخل محصول یا به خارج از آن به اختلاف فشار بخار بین هوا و محصول بستگی دارد. اگر فشار بخار دانه کمتر از فشار بخار هوا باشد، دانه رطوبت را از محیط جذب می‌کند.

فرآیند خشک کردن لایه نازک، شرایط تماس تقریباً کامل دانه‌ها با هوای داغ را نشان می‌دهد. ضخامت دانه‌ها در این روش خشک کردن معمولاً تا ۱۵ سانتی‌متر است. پژوهشگران برای عمق لایه نازک تعارف مختلفی اریه داده‌اند. برخی عمق لایه نازک را آن عمقی از توده محصول می‌دانند که در آن هیچ اختلافی در رطوبت و دما مشاهده نشود (۲۰). در بررسی تأثیر دماهای مختلف خشک کردن بر میزان شکستگی و مقاومت مکانیکی در بارگذاری خمش سه نقطه‌ای، رابطه معنی‌داری بین میزان شکستگی و خواص مکانیکی دانه برنج قهوه‌ای گزارش گردید (Zhang, 2002). در تحقیقی که بر روی شلتوک برنج چند رقم دانه بلند انجام گرفت، رابطه معنی‌داری بین نیروی شکست در بارگذاری خمش سه نقطه‌ای و میزان شکستگی طی فرآیند تبدیل مشاهده نکردند، ولی ایشان رابطه معنی‌داری بین میزان شکستگی و درصد دانه‌های مقاوم به شکست (دارای نیروی شکست بیشتر از ۲۰ نیوتون) گزارش کردند (Sibenmorgen, 2005). رابطه راندمان برنج سفید سالم با درصد ترک و مقاومت خمشی شلتوک برنج در طی فرآیند خشک کن در پژوهشی مورد بررسی قرار گرفت. آن‌ها دریافتند افزایش دما، افزایش سرعت جریان هوای خشک کن و یا کاهش رطوبت نهایی محصول هر یک باعث کاهش راندمان برنج سفید سالم یا به عبارتی افت کیفیت تبدیل محصول می‌شوند (خوش تقاضا و همکاران، ۱۳۸۱). برای جلوگیری از تنش‌های حرارتی پیشنهاد شده است که باید رطوبت شلتوک تازه برداشت شده را به حدود ۱۶ درصد رساند و پس از سپری شدن دوره استراحت عملیات خشک کردن را مجدداً تا رسیدن به رطوبت مطلوب ادامه داد (Rao, 2000). در این تحقیق هدف اصلی بیان وجود رابطه بین فرآیند خشک کردن دانه در مرحله خشک کنی به عنوان مهم‌ترین مرحله عملیات پس از برداشت برنج و اندازه سختی دانه برنج برای رقم‌هایی است که بیشترین سطح کشت را در منطقه مازندران به خود اختصاص داده‌اند.

¹ Equilibrium Moisture Content



پانزدهمین همایش ملی برنج کشور

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری - پژوهشکده زنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان

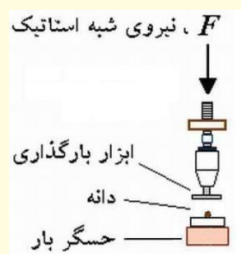
۱۳۹۱ اسفند ۱۲-۱

(محور تولید اقتصادی و ارتقای بهره‌وری)

مواد و روش‌ها

در این تحقیق با توجه به وسعت سطح زیر کشت و اهمیت از نقطه نظر کیفیت به عنوان شاخصی پر اهمیت در بازار پسندی، سه رقم طارم محلی، شیرودی و فجر برای انجام تحقیقات در نظر گرفته شد (آمار نامه کشاورزی، ۱۳۸۸). دمای هوای خشک کن در چهار سطح ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سلسیوس در نظر گرفته شده است. همچنین سرعت هوای خشک کن در دو سطح ۱/۵ و ۲/۵ متر بر ثانیه انتخاب گردید. با توجه به اهمیت رطوبت نهایی شلتوک در فرآیند تبدیل سه سطح رطوبتی (۹-۱۰)، (۱۱-۱۰) و (۱۲-۱۱) درصد بر پایه تر برای انجام این تحقیق انتخاب شد. آزمایشات در سه تکرار و در قالب طرح فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام گردید. که مجموعاً ۲۱۶ کرت مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت تأثیر عوامل ذکر شده بر سختی یا مقاومت فشاری دانه برنج بوسیله نرم افزار SPSS17 اندازه گیری شد.

نمونه‌های آزمایش از بوته‌های داخل مزرعه به صورت تصادفی برداشت شدند. حتی الامکان سعی شد که، نمونه‌های برداشت شده از حاشیه مزارع نباشند و بوته‌های مناسب جمع‌آوری گردند. نمونه‌ها را در پاکت‌های پلاستیکی ۳ لایه در بسته در دمای صفر درجه سلسیوس قرار داده شد، تا از تنش‌های رطوبتی که امکان دارد دانه‌های برنج را تحت تأثیر قرار دهد، جلوگیری شود. شلتوک‌ها در چهار سطح دمایی هوای خشک کن ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سلسیوس خشک شدند. اندازه‌گیری‌های اولیه نشان داد که رطوبت اولیه ارقام طارم، شیرودی و فجر به ترتیب ۱۷-۱۷/۶-۱۷ درصد بر پایه تر بود. بنابراین برای انجام آزمایشات ارقام را در چهار سطح دمایی ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سلسیوس و دو سطح سرعت هوای خشک کن یعنی ۱/۵ و ۲/۵ متر بر ثانیه، به میزان رطوبت نهایی مورد نظر برای انجام آزمایشات رساندیم. برای هر نمونه به طور متوسط ۲۰۰ گرم در نظر گرفته شد. با توجه به تعداد سطوح مورد آزمایش ۲۱۶ نمونه حدوداً ۱۵۰ گرمی یعنی نزدیک به ۴۴ کیلوگرم شلتوک لازم بود. عمق هر نمونه در خشک کن حدود ۲ سانتی متر در نظر گرفته شد. با توجه به محدودیت استفاده از خشک کن در هر مرتبه از آزمایش یک دمای هوای خشک کن و یک سرعت هوای خشک کن و یک رطوبت نهایی مورد آزمایش قرار گرفت. در این تحقیق ابتدا شلتوک را به سه سطح رطوبت نهایی (۹-۱۰)، (۱۱-۱۰) و (۱۲-۱۱) درصد رسانده شد و سپس آزمایش‌های سختی بر روی آن‌ها انجام گرفت. برای انجام آزمایشات سختی در هر نمونه ۱۰ عدد شلتوک انتخاب شدند. سپس به وسیله دست پوسته روی آنها یعنی سبوس آن‌ها جدا شده و برنج قهوه‌ای برای آزمایش بر روی مقدار سختی هر رقم به دست آمد. در شکل (۱) طرح واره ابزار اندازه‌گیری سختی نشان داده شده است (افکاری سیاح، ۱۳۸۲). آزمایش فشاری ساده به‌طور معمول منعکس کننده ویژگی‌های مقاومتی محصول مورد آزمایش است. چنین اطلاعاتی که از منحنی نیرو-تغییر شکل حاصله استخراج می‌گردد، نه تنها برای مقایسه ارقام مفید است، بلکه می‌تواند به‌طور مجزا در طراحی و بهینه‌سازی ماشین‌های فرآوری برنج، همچون ماشین‌های پوست کن و سفید کن مورد استفاده قرار گیرد.



شکل (۱) طرح واره کلی از قرار گیری دانه و بارگذاری روی آن (افکاری سیاح، ا. ۱۳۸۲).



پانزدهمین همایش ملی برنج کشور

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری - پژوهشکده زنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان

۱-۱۳۹۱ اسفند

(محور تولید اقتصادی و ارتقای بهره وری)

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده فرآیند خشک کردن در جدول (۱) آورده شده است.
جدول (۱) نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده

میانگین مربعات (MS)		
منبع تغییرات	درجه آزادی (df)	اندازه سختی
block	۲	۱/۵۹۸ ^{ns}
رقم	۲	۵/۵۱۴*
رطوبت	۲	۱۱۴/۷۳۷*
سرعت هوا	۱	۶/۵۸۴*
دما	۳	۷/۸۰۴*
رقم * رطوبت	۴	۱/۶۲۵*
رقم * سرعت هوا	۲	۵/۱۳*
رقم * دما	۶	۱۴/۵۵۷*
رطوبت * سرعت هوا	۲	۰/۶۴۴ ^{ns}
رطوبت * دما	۶	۲/۶۲*
سرعت هوا * دما	۳	۳/۵۴۸*
رقم * رطوبت * سرعت هوا	۴	۱/۲۲۴ ^{ns}
رقم * رطوبت * دما	۱۲	۲/۰۱۴*
رقم * سرعت هوا * دما	۶	۷/۱۰۷*
رطوبت * سرعت هوا * دما	۶	۰/۹۹۴ ^{ns}
رقم * رطوبت * سرعت هوا * دما	۱۲	۱/۱۱۱*
خطا	۱۴۲	۰/۵۳۷

^{ns} و * به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ درصد

با توجه به جدول (۱)، نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده کلیه متغیرهای مورد بررسی بر اندازه سختی معنی‌دار می‌باشد. اثرات متقابل رقم و رطوبت نهایی شلتوک (رطوبت) در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان سختی معنی‌دار است. اثر متقابل رطوبت نهایی شلتوک و سرعت هوای خشک کن بر میزان اندازه سختی در سطح احتمال ۵ درصد بی‌معنی بوده است. اثر متقابل رقم و رطوبت نهایی شلتوک (رطوبت) و سرعت هوای خشک کن بر اندازه سختی در سطح احتمال ۵ درصد غیر معنی‌دار است. اثر متقابل رطوبت، سرعت هوای خشک کن و دمای هوای خشک کن (دما) بر میزان سختی در سطح احتمال ۵ درصد غیر معنی‌دار است.

نتایج آزمون چند دامنه‌ای دانکن در نمودار (۱) نشان می‌دهد که رقم طارم دارای بیشترین میزان سختی است. این مساله می‌تواند ناشی از خصوصیات ظاهری ارقام فجر و شیروودی باشد.

مقایسه میانگین‌ها به وسیله آزمون دانکن نمودار (۲) نشان می‌دهد که اندازه سختی در دو سطح دمایی ۴۰ و ۵۰ درجه سلسیوس به‌طور معنی‌داری بیشتر از دو دمای ۶۰ و ۷۰ درجه سلسیوس است. علت بالا بودن میزان سختی در دو دمای ۴۰ و ۵۰ درجه سلسیوس را می‌توان به سرعت از دست دادن رطوبت و چگونگی این فرآیند نسبت داد. در شرایطی که



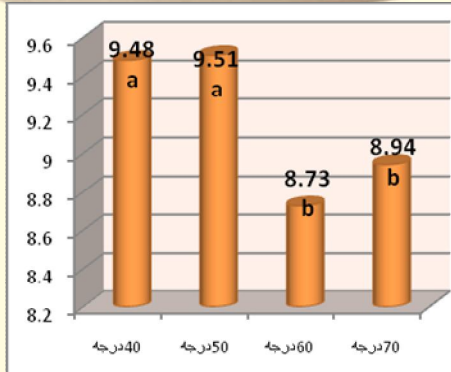
پانزدهمین همایش ملی برنج کشور

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری - پژوهشکده زنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان

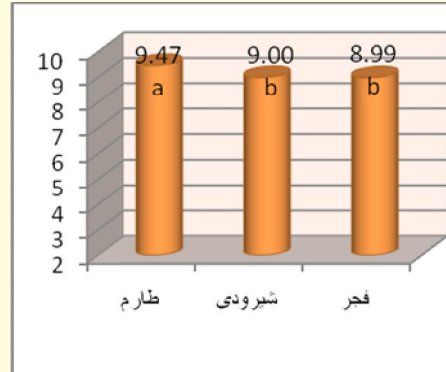
۱۳۹۱ اسفند ۱۲-۱

(محور تولید اقتصادی و ارتقای بهره وری)

این ارقام در دمای هوای خشک کن ۷۰ درجه سلسیوس کمترین میزان سختی را دارا هستند. این مسأله می تواند ناشی از سرعت بالای از دست دادن رطوبت دانه و چروکیدگی ناهمگون در سطح دانه باشد.

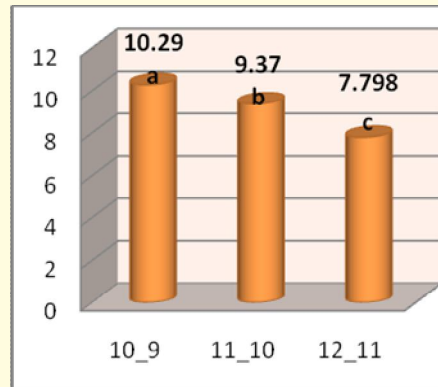


نمودار ۲- اثر ساده دمای هوای خشک کن بر میزان اندازه سختی



نمودار ۱- اثر ساده رقم بر میزان اندازه سختی

مقایسه میانگین ها بوسیله آزمون دانکن نمودار (۳) نشان می دهد که اندازه سختی در سه سطح رطوبتی مورد بررسی با هم اختلاف معنی داری دارند. به طوریکه در سطح رطوبتی (۱۲-۱۱) درصد نسبت به دو سطح رطوبتی دیگر بررسی شده در این تحقیق، مقدار اندازه سختی کمتری را نشان می دهد. با توجه به نمودار (۳) کاهش رطوبت از سطح (۱۲-۱۱) درصد به (۱۰-۹) درصد افزایش میزان سختی را نشان می دهد. به طوری که بالاترین میزان سختی در سطح رطوبت (۱۰-۹) درصد است. نتایج بدست آمده توسط مینایی نشان می دهد که بهترین میزان رطوبت برای تبدیل در دو رقم بینام و علی کاظمی ۱۴ درصد می باشد که با نتایج این تحقیق تفاوت دارد ممکن است این مسأله ناشی از تفاوت در رقم مورد آزمایش باشد (مینایی و همکاران، ۱۳۸۴).



نمودار ۳- اثر ساده رطوبت نهایی شلتوک بر اندازه سختی

مقایسه میانگین ها به وسیله آزمون چند دامنه ای دانکن در رقم طارم در جدول (۴-۹) و نمودار (۴-۶) نشان می دهد که رقم طارم در سطح رطوبتی (۱۰-۹) درصد بیشترین میزان سختی را داراست. در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه میانگین اندازه سختی اختلاف معنی داری بین دو سطح رطوبتی (۱۰-۹) درصد و (۱۱-۱۰) را نشان نمی دهد. اما در سطح رطوبتی (۱۲-۱۱) درصد نتایج مقایسه میانگین ها نشان می دهد که اختلاف معنی داری با هم دارند. میانگین های اندازه سختی در رقم شیرودی با یکدیگر اختلاف معنی دار دارند. بیشترین میزان سختی را در سطح رطوبتی (۱۰-۹) درصد مشاهده می شود. همانطور که در جدول (۲) مشاهده می شود افزایش رطوبت به میزان (۱۲-۱۱) درصد به طور چشمگیری در میانگین اندازه سختی اثر گذار بوده است.



پانزدهمین همایش ملی برنج کشور

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری - پژوهشکده زنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان

۱-۲ اسفند ۱۳۹۱

(محور تولید اقتصادی و ارتقای بهره وری)

رقم	طرارم	شیرودی	فجر
۹_۱۰	۱۰/۴۵۳ d	۹/۹۹۸ cd	۱۰/۴۲۰ d
۱۰_۱۱	۹/۸۶۶ cd	۹/۳۵۷ bc	۸/۹۰۷ b
۱۱_۱۲	۸/۱۰۲ a	۷/۶۴۵ a	۷/۶۴ a

اعداد دارای حرف مشترک در سطح آماری ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند (آزمون دانکن).

نتایج مقایسه میانگین‌ها به وسیله آزمون دانکن در جدول (۳) نشان می‌دهد که در رقم طارم در دو سطح سرعت هوای خشک کن اختلاف معنی داری وجود ندارد. اما مقایسه میانگین‌ها در رقم شیرودی نشان می‌دهد که اختلاف معنی داری در اندازه سختی در دو سطح سرعت هوای دمنده خشک کن وجود دارد. به طوری که با افزایش سرعت هوا میزان سختی کاهش می‌یابد. این مساله می‌تواند ناشی از خصوصیات فیزیولوژیکی رقم شیرودی باشد. مقایسه میانگین در رقم فجر بیانگر عدم وجود اختلاف بین میانگین‌های اندازه سختی در دو سطح دمای هوای دمنده خشک کن است.

جدول (۳) اثر متقابل رقم و سرعت هوای خشک کن بر اندازه سختی

رقم	طرارم	شیرودی	فجر
سرعت هوای خشک کن m/s	۹/۲۷۶ ab	۹/۴۲۹ b	۸/۸۹۴ ab
۱/۵	۹/۶۷۱ b	۸/۵۷۱ a	۹/۰۹۲ ab
۲/۵			

اعداد دارای حرف مشترک در سطح آماری ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند (آزمون دانکن).

نتایج مقایسه میانگین‌ها به وسیله آزمون دانکن در جدول (۴) نشان می‌دهد که میانگین اندازه سختی در سطوح مختلف سرعت هوای دمنده خشک کن در سه سطح رطوبتی مورد بررسی با یکدیگر اختلاف دارند. خصوصاً این اختلاف در سطح رطوبتی (۱۱-۱۲) درصد قابل ملاحظه می‌باشد. در رطوبت‌های (۱۰-۱۱) و (۱۱-۱۲) درصد میزان اندازه سختی در هر دو سرعت هوای دمنده خشک کن در یک گروه قرار گرفته‌اند و تنها در رطوبت (۹-۱۰) درصد میزان اندازه سختی در دو سطح دمای خشک کن در دو گروه متفاوت قرار دارند به طوری که این میزان در سطح ۱/۵ متر بر ثانیه بیشترین مقدار را دارا می‌باشد. در مجموع شاهد هستیم که تغییرات رطوبت و سرعت هوای دمنده خشک کن، بر میزان سختی اندازه‌گیری شده اثر یکسان و همسویی دارند و کاهش یا افزایش هر یک از این دو فاکتور اثر یکسانی بر اندازه سختی می‌گذارند.



پانزدهمین همایش ملی برنج کشور

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری - پژوهشکده زنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان

۱-۱۳۹۱ اسفند

(محور تولید اقتصادی و ارتقای بهره وری)

جدول (۴): اثر متقابل رطوبت نهایی شلتوک و سرعت هوای خشک کن بر اندازه سختی

سرعت هوای خشک کن (m/s)		رطوبت نهایی شلتوک %
۲/۵	۱/۵	
۱۰/۰۰۸ ^b	۱۰/۵۷۳ ^a	۹-۱۰
۹/۲۴۱ ^c	۹/۵۱۳ ^{bc}	۱۰-۱۱
۷/۶۹۰ ^d	۷/۹۰۱ ^d	۱۱-۱۲

اعداد دارای حرف مشترک در سطح آماری ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند (آزمون دانکن).

مقایسه میانگین‌ها بوسیله آزمون دانکن در جدول (۵) نشان می‌دهد که در سطوح مختلف دمای هوای خشک کن و رطوبت نهایی شلتوک میانگین اندازه سختی‌ها با هم اختلاف معنی داری دارند. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، در سطح رطوبت (۹-۱۰) درصد میانگین اندازه سختی‌ها با هم در سطوح مختلف دمای هوای خشک کن اختلاف معنی داری ندارند. در این سطح رطوبت میزان اندازه سختی در هر دمای مورد بررسی در یک گروه قرار گرفته است. می‌توان عنوان نمود که در این سطح رطوبت عامل رطوبت عاملی پر اهمیت‌تر از عامل دمای نهایی شلتوک بوده است. در دمای ۴۰ درجه سلسیوس بیشترین سختی در سطح رطوبت (۹-۱۰) درصد دیده می‌شود و ملاحظه می‌شود که با افزایش رطوبت در هر سطح اندازه سختی نیز کاهش محسوس می‌یابد. به طوری که در سطح رطوبتی (۱۱-۱۲) درصد کمترین میزان اندازه سختی مشاهده می‌شود. در دمای ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سلسیوس بیشترین میزان سختی در سطح رطوبتی (۹-۱۰) درصد دیده می‌شود و مانند دمای ۴۰ درجه سلسیوس با افزایش میزان رطوبت میزان اندازه سختی کاهش می‌یابد. کمترین میزان سختی نیز در سطح رطوبتی (۱۱-۱۲) درصد و در دمای هوای خشک کن ۶۰ درجه مشاهده می‌شود. در هر سطح رطوبت (۱۱-۱۲) درصد نسبت به رطوبت (۱۰-۱۱) درصد کاهش اندازه سختی مقدار قابل ملاحظه‌ای است. که این امر می‌تواند ناشی از میزان آب موجود در دانه برنج بوده باشد. وجود رطوبت بالاتر موجب کاهش سختی در هر سطح دمایی شده است.

جدول (۵): اثر متقابل رطوبت نهایی شلتوک و دمای هوای خشک کن بر اندازه سختی

رطوبت نهایی شلتوک %		دمای هوای خشک کن °C
۱۱-۱۲	۱۰-۱۱	
۸/۴۳۲ ^{cd}	۹/۸۰۶ ^{ab}	۱۰/۰۱۱ ^a
۷/۸۸۳ ^{ed}	۱۰/۰۰۷ ^a	۱۰/۵۸۳ ^a
۷/۳۲۷ ^e	۸/۶۳۸ ^{cd}	۱۰/۲۱۵ ^a
۷/۵۴۰ ^e	۹/۰۰۱ ^{bc}	۱۰/۲۸۸ ^a

اعداد دارای حرف مشترک در سطح آماری ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند (آزمون دانکن).



پانزدهمین همایش ملی برنج کشور

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری - پژوهشکده زنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان

۱۳۹۱-۲ اسفند

(محور تولید اقتصادی و ارقای بهره وری)

مقایسه میانگین‌ها بوسیله آزمون دانکن در جدول (۶) و نشان می‌دهد که در سرعت ۱/۵ متر بر ثانیه، اختلاف چندانی در میزان اندازه سختی مابین دماهای مورد بررسی دیده نمی‌شود. بیشترین سختی در این سطح سرعت هوا در دمای ۴۰ درجه سلسیوس دیده می‌شود. نتیجه مقایسه میانگین در سطح سرعت ۲/۵ متر بر ثانیه نشان می‌دهد که اختلاف زیادی مابین سطوح دمایی مورد بررسی وجود ندارد. در این سرعت هوای دمنده خشک کن بیشترین سختی در سطح دمایی ۶۰ درجه سلسیوس مشاهده می‌شود. در دماهای ۴۰، ۵۰ و ۶۰ درجه سلسیوس میزان اندازه سختی در دو سطح سرعت هوای دمنده خشک کن در یک گروه قرار گرفته اند، اما در دمای ۷۰ درجه سلسیوس میزان اندازه سختی در دو سطح سرعت هوای دمنده خشک کن در دو گروه متفاوت قرار دارند. می‌توان گفت که دمای بالا اگر با شدت و سرعت زیادی بر سطح دانه وارد شود، موجب افزایش در سرعت از دست رفتن رطوبت سطحی و عمقی شده همچنین موجب افزایش چین خوردگی در سطح دانه‌ها می‌شود این مسأله سبب کاهش اندازه سختی در دانه می‌شود.

جدول (۴-۱۷): اثر متقابل سرعت هوای خشک کن و دمای هوای خشک کن بر اندازه سختی

کن	دمای هوای خشک کن			
	۷۰	۶۰	۵۰	۴۰
۱/۵	۹/۴۶۵ ^b	۸/۶۳۳ ^{ab}	۹/۶۱۶ ^b	۹/۶۰۱ ^b
۲/۵	۸/۴۲۲ ^a	۸/۸۲۱ ^{ab}	۹/۴۰۲ ^b	۹/۲۷۴ ^{ab}

اعداد دارای حرف مشترک در سطح آماری ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون دانکن).

نتایج نشان می‌دهد که دمای هوای خشک کن عامل مهمی در میزان اندازه سختی بدست آمده دارد. افزایش دمای هوای خشک کن در هر سطح موجب افزایش معنی‌داری در کاهش میزان اندازه سختی دانه برنج می‌شود. با مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده، مشاهده شد که افزایش دما در هر سطح موجب کاهش میزان اندازه سختی دانه شده و تأثیر بسزایی در میزان سختی دانه داشته است. به طوری که در سطح دمایی ۷۰ درجه سلسیوس میزان سختی کمترین اندازه را نشان داد. همچنین هر سه رقم طارم محلی، شیروودی و فجر حساسیت زیادی نسبت به دمای خشک شدن نشان داده‌اند. رقم طارم محلی در هر چهار سطح دمای هوای مورد بررسی درصد شکست کمتری نسبت به دو رقم دیگر مورد بررسی نشان داده است. بیشترین میزان اندازه سختی در سطح رطوبتی (۱۰-۹) درصد می‌باشد. همچنین اندازه سختی در رقم شیروودی حساسیت کمتری نسبت به میزان رطوبت نهایی شلتوک دارد. تفاوت‌هایی که در میزان اندازه سختی برای هر رقم وجود دارد می‌تواند علاوه بر اطلاعاتی که برای تفکیک و طبقه‌بندی ارقام بدست می‌دهد، وجود تفاوت در طبیعت مکانیکی دانه‌های ارقام مختلف برنج را نشان می‌دهد.

منابع

۱- آمار نامه کشاورزی ۱۳۸۸. سطح زیر کشت برنج در استان مازندران. سازمان جهاد کشاورزی استان مازندران.



- ۲- افکاری سیاح، ا. ۱۳۸۲. بررسی ویژگی‌های مکانیکی و رئولوژیکی دانه‌های گندم و برنج به منظور طبقه بندی کیفی. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۵، شماره (۳): ۵۷۱-۵۶۱.
- ۳- بی نام، ۱۳۸۲. بررسی روش های اقتصادی کاهش ضایعات محصولات کشاورزی، قابل دسترس در سایت <http://citoz2.blogfa.com/post-49.aspx>
- ۴- پیردشتی، ه. و م. نصیری. ۱۳۸۵. راتون مبحثی نو در زراعت برنج. انتشارات حق شناس.
- ۵- توده روستا، م. ۱۳۸۲. ایجاد اشتغال در مناطق روستایی، راهی برای توسعه روستایی و غلبه بر فقر. نشریه جهاد، سال ۲۳. شماره ۲۵۷: ۱۷-۲۰.
- ۶- خوش تقاضا، م. م. سلیمانی و ح. شاهی. ۱۳۸۱. رابطه راندمان برنج سفید سالم (HRY) با درصد ترک و مقاومت خمشی شلتوک برنج در طی فرآیند خشک کردن. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۳ شماره (۱) ۱۲۱-۱۱۵.
- ۷- زمانی، ق. و م. علیزاده. ۱۳۸۶. خصوصیات و فرآوری ارقام مختلف برنج ایران. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران
- ۸- ساهای، ک. ام. سینگ، ک. ک. ۱۳۸۱. عملیات واحد در فرآوری محصولات کشاورزی، مترجم هاشم پورآذرنگ، حمیدرضا ۹-۱۰-۹- ضیاءالحق، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۵۱۵ ص.
- ۱۰- سلیمانی، م. م. خوش تقاضا و س. مدرس ثانوی. ۱۳۸۰. تاثیر پارمترهای خشک کن بر قوه نامیه بذر برنج. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۲: شماره ۸: ۱۳-۲۴.
- ۱۱- شادان، ع. و ن. میهن خواه. ۱۳۸۲. بررسی روش‌های اقتصادی کاهش ضایعات محصولات کشاورزی. روش‌های پیشگیری از اتلاف منابع ملی.
- ۱۲- مینایی، س. غ. روحی و م. علیزاده. ۱۳۸۴. بررسی عوامل مؤثر بر ایجاد ترک و خرده برنج در اثر خشک کردن شلتوک در طی فرآیند تبدیل. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۶: شماره ۲۲ بهار ۱۳۸۴.
- ۱۳- هدایتی پور، ا. ا. طباطبایی فر وح. رشیدی. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر دمای خشک کن و رطوبت نهایی شلتوک بر درصد برنج سالم در ارقام پر محصول استان مازندران. مجموعه مقالات دومین همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی. دانشگاه تربیت مدرس. تهران.

- 14-Rao, K.L.2000.Rural agro- INDUSTRIAL opportunities in Gilan Province of- Islamic Republic of IRAN FAO.126PP.
- 15-Sibenmorgen, T. J. and Qin G. 2005. Relating Rice Kernel Breaking Force Distributions to Milling Quality. Trans. ASAE. 48: 223-228.
- 16-Zhang, Q., W.YANG, Z.sun andT.J.siebenmorgen. 2002.'Astudy of rice kernel fracture by three point bending tests', food engineering: food process engineering .Annual meeting and Food Expo – Anaheim.California. September.