



اثرات بکارگیری دماهای دو مرحله‌ای در فرآیند خشک کردن ذرت عباس شریفی نیا^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۳۱

چکیده:

دستیابی به شرایط بهینه در فرآیند خشک کردن می‌تواند اثر مهمی بر زمان فرآوری و بهبود شاخص‌های کیفی محصول داشته باشد. پارامترهای دما و سرعت جابجایی هوای گرم عوامل اصلی مؤثر در فرآیند خشک شدن ذرت محسوب می‌شود. پارامترهای پژوهش شامل خشک کردن در دمای ثابت ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتیگراد و دمای دو مرحله‌ای بود. در خشک کردن دو مرحله‌ای، ابتدا در دمای ۷۰ درجه، عملیات خشک کردن انجام و پس از یک ساعت دما به ۵۰ و ۶۰ تغییر یافت و تاثیر آن بر روی زمان و آهنگ خشک شدن ذرت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد اثرات تغییر دو مرحله‌ای دما بر زمان و آهنگ خشک کردن ذرت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. دمای دو مرحله‌ای می‌تواند تا ۲۰ درصد زمان خشک کردن را نسبت به دمای ثابت کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: ذرت، دما دو مرحله‌ای، آهنگ خشک کردن، زمان خشک کردن

مقدمه:

مواد- زمان خشک شدن، نمودار آهنگ خشک شدن (آهنگ خشک شدن- مقدار رطوبت مواد) و نمودار دما (دمای مواد- مقدار رطوبت مواد) می‌باشند. اطلاعات لازم برای تعیین این منحنی‌ها معمولاً در شرایط آزمایشگاهی بدست می‌آید.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌ها بر روی ذرت رقم سینگل کراس ۷۰۴ انجام شد. ذرت مورد نیاز از شهرستان پارس آباد مغان تهیه شد. رطوبت اولیه توسط دستگاه رطوبت‌سنج محصول و آزمایشگاه تعیین شد. ذرت‌ها در یخچال و دمای حدود 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد در مدت آزمایش 25 (روز) نگهداری شدند.

پارامترهای پژوهش شامل خشک کردن در دمای ثابت ۵۰، ۴۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتیگراد و دمای دو مرحله‌ای بود. در خشک کردن دو مرحله‌ای، ابتدا در دمای ۷۰ درجه، عملیات خشک کردن انجام و پس از یک ساعت دما به ۵۰ و ۶۰ تغییر یافت. سرعت هوا نیز ۳ متر بر ثانیه بود. برای انجام این پژوهش از یک دستگاه خشک‌کن ساخته شده در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان استفاده شد. (سیدعلیخانی، ۱۳۹۳) خشک‌کن از نوع جریان با جابجایی هوای داغ می‌باشد. خشک‌کن مورد استفاده برای خشک کردن میوه‌ها و سبزیجات مناسب بوده و دارای یک صفحه مشبک می‌باشد که جریان هوا به صورت متقاطع به

در مراحل ابتدایی فرآیند خشک شدن، سرعت رطوبت زدایی از محصول سریع می‌باشد، زیرا در این مدت رطوبت از لایه‌های بیرونی به سطح دانه آمده و از آنجا به وسیله جریان هوای گرم از سطح دانه جدا می‌شود. با گذشت زمان، عمل انتقال رطوبت از لایه‌های درونی و مغز دانه به سطح، به مدت زمان بیشتری نیاز دارد. به همین دلیل آهنگ خشک شدن کاهش و زمان آن- افزایش پیدا می‌کند و شیب منحنی تغییرات رطوبت در واحد زمان کم می‌شود. این مرحله از فرآیند انرژی زیادی را صرف کرده و زمان‌بر می‌باشد. (پهلوانزاده، ۱۳۷۷؛ Canovas and Mercado, 1996)

اغلب محاسبات مربوط به طراحی و یا تجزیه و تحلیل خشک-کن‌ها نیاز به تخمین زمان لازم برای خشک کردن یک ماده از رطوبت اولیه به رطوبت نهایی دارد. این مسئله در دو مقطع خشک شدن با آهنگ ثابت و خشک شدن با آهنگ نزولی مورد بررسی قرار می‌گیرد. با توجه به شرایط محیط خشک کردن و نیز پیچیدگی مکانیزم انتقال رطوبت در داخل مواد غذایی برای تخمین زمان خشک شدن یک محصول بایستی آزمایش‌های مناسبی انجام شوند.

فرآیند خشک شدن به وسیله نمودارهایی به خوبی توصیف می‌گردند. این نمودارها شامل نمودار خشک شدن (مقدار رطوبت

^۱ - کارشناسی ارشد، گروه ماشین‌های کشاورزی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران
نویسنده مسؤول: abbassharifinia1982@gmail.com



با استفاده از آزمایش‌ها فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی، تاثیر آن بر شاخص‌هایی نظیر متوسط زمان و آهنگ خشک-شدن بررسی شد. همچنین نحوه تغییرات رطوبت محصول در واحد زمان و تغییرات آهنگ خشک‌شدن نیز برای هر تیمار بدست آمد.

برای محاسبه آهنگ خشک شدن در هر زمان از فرآیند، اختلاف وزن نمونه در آن زمان و زمان بعدی را بدست آورده و آن در واقع مقدار آبی است که از جسم خارج شده است. سپس آن عدد را بر وزن ماده خشک تقسیم نموده و عدد بدست آمده را بر واحد زمان مورد استفاده در اندازه‌گیری تقسیم می‌شود. (Canovas and Mercado., 1996). عدد بدست آمده آهنگ خشک شدن بر حسب $kgH_2O/kgDM.h$ می‌باشد. با میانگین گیری از مجموع اعداد بدست آمده در زمان‌های مختلف فرایند، متوسط آهنگ خشک شدن برای هر تیمار حاصل شد که برای تجزیه و تحلیل‌های آماری مورد استفاده قرار گرفت.

مبنای محاسبات و متوسط آهنگ خشک شدن در این پژوهش، زمان رسیدن رطوبت ذرت به میزان حدوداً ۱۴ - ۱۳ درصد تر پایه بود. (عباسی و همکاران، ۱۳۹۳) آنالیز داده‌ها توسط نرم‌افزار استاتیسیتیکا انجام شد. سپس مقایسه میانگین‌های صفات مورد بررسی توسط آزمون دانکن صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

در خشک کردن دو مرحله‌ای اثرات تغییر دما بر زمان و آهنگ خشک کردن ذرت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول‌های (۱) و (۲)). با استفاده از روش آزمون چند دامنه دانکن، مقایسه میانگین‌ها انجام و نتایج آن در جدول (۳) آمده است. تغییر دما در دمای دو مرحله‌ای موجب تسریع آهنگ و کاهش زمان خشک شدن گردید (شکل‌های ۱ و ۲) و می‌تواند تا ۲۰ درصد زمان خشک کردن را نسبت به دمای ثابت کاهش دهد.

محصول در حال خشک شدن برخورد می‌نماید. قبل از انجام آزمایش‌ها قسمت‌های مختلف دستگاه نظیر لودسل، ترمومتر و دمنده توسط دستگاه‌های مخصوص واسنجی شدند.

قبل از انجام آزمایش، نمونه از یخچال خارج و به مدت ۲ ساعت در دمای محیط قرار دادند تا به حالت تعادل با محیط برسند. سپس حدود ۲۵۰ گرم از هر نمونه را بر روی سینی خشک کن به صورت تک لایه قرار داده شد. ۱۰ دقیقه پس از روشن کردن دستگاه و تنظیم دما و سرعت جریان هوا، نمونه در داخل دستگاه قرار داده شد. عملیات داده برداری (وزن نمونه) در فواصل زمانی ۱۵ دقیقه انجام شد تا رطوبت به رطوبت خشک ۱۳ (تا ۱۴ درصد ترپایه) برسد. آزمایش‌ها در سه تکرار (طرح آماری کامل تصادفی در قالب فاکتوریل) اجرا شد.

پس از پایان آزمایش خشک کردن برای هر تیمار در سه تکرار اقدام به نمونه‌گیری شده و نمونه‌ها توسط یک ترازو با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. سپس با استفاده از آن تحت خلا در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱۵۰ میلی‌بار به مدت ۸ ساعت قرار داده شدند. (غلامی و همکاران، ۱۳۸۸) پس از خشک شدن کامل نمونه‌ها مجدداً توزین شدند. سپس با استفاده از رابطه (۱) رطوبت تعادلی نمونه بر مبنای خشک تعیین گردید. پس از تعیین رطوبت تیمار در پایان آزمایش، وزن خشک تیمار از رابطه (۱) محاسبه گردید و سپس با استفاده از همان رابطه با در دست داشتن وزن تیمار آزمایش در فواصل زمانی ذکر شده مقدار رطوبت در زمان‌های بالا بدست آمد.

$$W = \frac{M_w - M_d}{M_d} \quad (1)$$

که در آن: W = مقدار رطوبت (خشک پایه)، M_w = وزن نمونه تر، M_d = وزن نمونه خشک بودند.

پس از اتمام عملیات خشک شدن (رسیدن به حدود رطوبت در مراحل انتهایی فرایند) عملیات خشک کردن خاتمه یافته و

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تاثیر خشک کردن دو مرحله‌ای بر زمان خشک کردن ذرت

F	MS	SS	درجه آزادی	منابع تغییر
**	۱۴۹۸۰۶	۷۴۹۰۲۹	۵	دما
۲۴۵۱				
	۴۲	۴۰۰۴	۱۲	خطا

** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تاثیر خشک کردن دو مرحله‌ای بر آهنگ خشک کردن ذرت

F	MS	SS	درجه آزادی	منابع تغییر
**	۰/۰۰۲۳۷	۰/۰۱۱۸۴	۵	دما
۲۷۸۶۲				
	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۱	۱۲	خطا

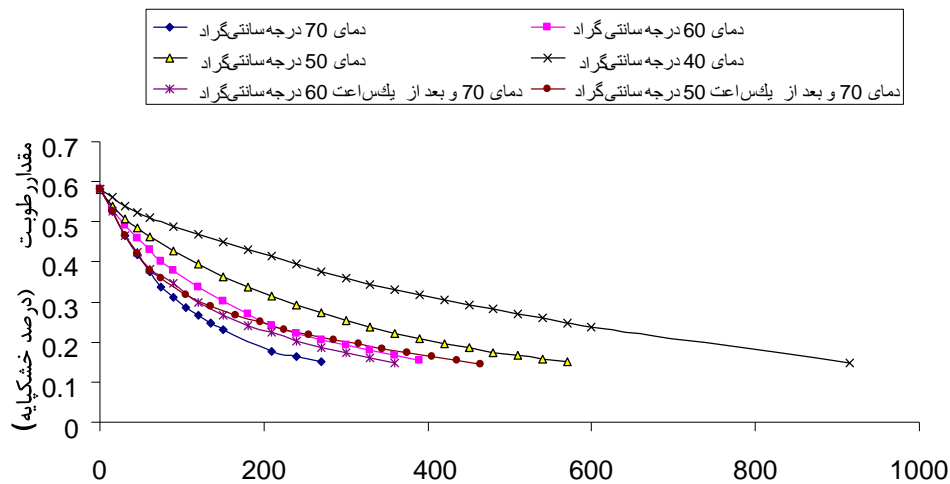
** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

جدول ۳- آزمون مقایسه میانگین زمان و آهنگ خشک شدن در دمای دو مرحله‌ای (دانکن ۱)

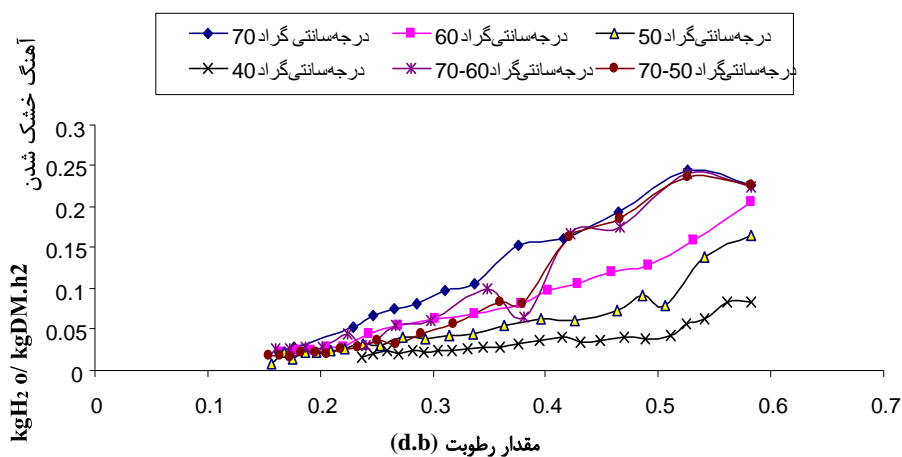
دمای (درجه سانتی گراد)	زمان خشک شدن (دقیقه)	آهنگ خشک شدن ($\text{kgH}_2\text{O} / \text{kgDMh}^2$)
۷۰	۲۶۰ ^a	۰/۱۱۶۴ ^a
۶۰-۷۰	۳۴۰ ^b	۰/۰۹۱۰ ^b
۶۰	۳۹۳ ^c	۰/۰۷۸۹ ^c
۵۰-۷۰	۴۳۷ ^d	۰/۰۷۳۳ ^d
۵۰	۵۴۵ ^e	۰/۰۵۲۳ ^e
۴۰	۸۹۰ ^f	۰/۰۳۷۰ ^f

حروف متفاوت نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می باشد.

شکل ۱- تاثیر خشک کردن دو مرحله‌ای بر روند تغییرات رطوبت ذرت



شکل ۲- تاثیر خشک کردن دو مرحله‌ای بر روند تغییرات آهنگ خشک شدن ذرت





References

- Pahlavanzadeh, H. 1999. Drying, principles, application and design. Publications of Tarbiat Modares University. Tehran.
- Seyed Alikhani, S. 2013. Fruit laboratory dryer (second part: construction and installation of equipment). Master's thesis of Takestan Azad University.
- Abbasi, S., Minaei, S. and Khoshtadha, M. 2013. Investigating drying kinetics and energy consumption of corn thin layer. Agricultural machinery magazine. The fourth volume. the first number. pp. 89-701.
- Gholami, M., Rashidi, M. and Beheshti, b. 2018. The effect of two-stage temperature and preparation method on the drying process of Bidaneh Sefid grapes, scientific research journal of plant and ecosystem of Islamic Azad University of Shahre Ray, number 20
- Gholami, M., Rashidi, M., Beheshti, B. and Abbasi, S. 2018. Investigating the mathematical models of the drying of red grapes, scientific research journal of plant and ecosystem of Islamic Azad University of Shahre Ray, number 19
- Kian Mehr, M., Bidgoli, R., Bigi, H. and Hijazi, A. 2016. Investigating the effect of inlet air temperature and depth of laboratory fixed bed dryer on skin cracking rate of two soybean varieties. Iranian Journal of Agricultural Sciences. Number 1, period 83. pp. 62-91.
- Canovas, V.G. and H.V.Mercado. 1996. Dehydration of Food. Chapman & Hall publishers. New York, U.S.A
- Eckhoff, S. R. 2004. Wet milling. In: Wrigley, C., Walker, C.E. (Eds.), Encyclopedia of Grain Science. Elsevier Ltd: 30-46.
- Omid, M., A. R. Yadollahinia, S. Rafiee. 2010. Development of a kinetic model for thin layer drying of Paddy, Fajr variety. Biosystem Engineering of Iran 41: 153-160.

The effects of using two-stage temperatures in the corn drying process

Abbas Sharifinia*¹

Master's degree, Department of Agricultural Machinery, Islamic Azad University, Takestan Branch, Takestan, Iran

Corresponding author: abbassharifinia1982@gmail.com

Received: 06 Aug 2022

Accept: 26 Sep 2022

Abstract

Achieving the optimal conditions in the drying process can have an important effect on the processing time and improving the quality indicators of the product. Temperature parameters and hot air movement speed are the main effective factors in corn drying process. The research parameters included drying at a constant temperature of 40, 50, 60 and 70 degrees Celsius and two-stage temperature. In two-stage drying, drying was done at 70 degrees and after one hour, the temperature was changed to 50 and 60 degrees, and its effect on the time and rate of corn drying was studied. The results showed that the effects of two-stage temperature changes on the time and rate of corn drying were significant at the probability level of 1%. Two-stage temperature can reduce drying time by 20% compared to constant temperature.

Keywords: corn, two-stage temperature, drying rhythm, drying time