

بهینه سازی فرآیند خشک کردن دانه سویا با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک

هادی عالمی^{۱*} و فاطمه نادی^۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۲/۲۸

چکیده

در این تحقیق فرآیند خشک کردن دانه سویا بر روی رقم DPX، طبق روش‌های استاندارد مورد بررسی قرار گرفت. جهت بررسی خواص خشک کردن و تاثیر عوامل مختلف آن، یک دستگاه خشک کن آزمایشگاهی طراحی و ساخته شد. سپس پارامترهای خشک کردن، شامل رطوبت اولیه سه سطح (۱۶، ۱۸ و ۲۱٪ بر مبنای خشک)، دمای خشک کردن در سه سطح (۵۰، ۶۵ و ۸۰ درجه سلسیوس) و سرعت گردش هوا در سه سطح (۰/۶، ۱ و ۱/۵ متر بر ثانیه)، بر روی میزان روغن و شاخص اسیدیتیه روغن (بعنوان عامل مهم کیفی) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که هر سه عامل مذکور تاثیر معنی داری بر روی میزان روغن و شاخص اسیدیتیه داشتند. همچنین در ادامه، با این ارزش گذاری که، هرچه فرآیند خشک کردن سریعتر و شاخص اسیدیتیه پائین تر باشد، مطلوبتر است، با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک، فرآیند خشک کردن بهینه یابی گردید. نتایج نشان داد که، خشک کردن دانه ها با رطوبت اولیه ۱۶٪ و دمای هوای ۶۵ درجه سلسیوس و سرعت گردش هوا ۱/۵ m/s بهترین حالت ممکن می باشد، زیرا خشک کردن در بیشترین میزان روغن (۲۰،۵ درصد) و بالاترین کیفیت (شاخص اسیدیتیه ۰/۸۲) صورت گرفته است.

کلید واژگان: سویا، خشک کردن، بهینه یابی، الگوریتم ژنتیک، شاخص اسیدیتیه.

مقدمه

بهبود خواص کیفی محصول از جمله عوامل مهم در فرایند خشک کردن محسوب می شود. کنترل آسان میزان دبی هوا، تولید محصول همگن، بازدهی بیشتر انتقال جرم و حرارت در مقابل سایر روشهای خشک کردن، کم شدن زمان خشک کردن و تولید محصول بیشتر از جمله فواید استفاده از خشک کن بستر سیال و دلیل استفاده صنعتی از این نوع خشک کن می باشد.

خشک کردن فرایند انتقال همزمان جرم و گرما تعریف می شود که در آن رطوبت ماده مرطوب برای افزایش مدت نگه داری ماده یا آماده سازی برای فرایند های بعدی از آن خارج می شود. به دلیل اینکه خشک کردن از جمله فرایند هایی می باشد که به شدت به انرژی وابسته است و قیمت انرژی اخیرا رو به افزایش می باشد بهینه سازی این عملیات در کنار

^۱ گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر

(* نویسنده مسئول: alemihadi@yahoo.com)

در عملکرد یک خشک کن سرعت هوای گرم و دبی آن از پارامترهای اصلی بوده که باید قبل از ورود هوای گرم به توده محصول اندازه گیری شوند. همچنین سیستم اندازه گیری بایستی قابلیت تنظیم و اندازه گیری تغییرات دما را نیز داشته باشد (Anonymous, 1999)

با بررسی انجام شده محدوده دمایی مجاز برای خشک کردن غلات و دانه های روغنی بین ۵۰ تا ۸۰ درجه سلسیوس توصیه شده است و ضخامت مناسب قرارگیری لایه محصول در خشک کنهای مخزنی صنعتی بین ۱ تا ۱/۵ متر می باشد (Brooker et al., 1992). در طی تحقیقی اثرات رطوبت دانه و دمای هوای گرم در محدوده ۶۰ تا ۱۲۰ درجه سلسیوس خشک کردن بر روی فشار لازم برای استحصال مکانیکی روغن کلزا بررسی شد. نتایج حاصل نشان داد با افزایش رطوبت در دانه و کاهش دمای خشک کردن مقدار فشار لازم برای استحصال روغن کمتر است. در این خصوص رابطه مناسبی میان تغییرات دمای خشک کردن و مقدار فشار لازم برای خروج روغن از دانه وجود دارد. همچنین مشخص شد که خشک کردن نامناسب دانه باعث ریز شدن بیش از حد ذرات می گردد و از آنجاییکه میزان استخراج روغن به قطر ذرات، یکنواختی، ضریب نفوذ حلال و مدت زمان تماس بستگی دارد، بنابراین اگر ذرات از اندازه معینی ریزتر شوند مقدار روغن استحصال شده کاهش یافته و مقدار زیادی روغن در کنجاله باقی می ماند (Sadowska et al., 1996).

سویا از مهمترین دانه های روغنی بوده که بدلیل میزان چربی زیاد و ترکیب مناسب اسیدهای چرب مورد توجه اکثر کشورهای جهان قرار گرفته است و در ایران نیز در راستای اهداف خودکفایی در تولید روغن، کشت آن بخصوص در شمال کشور گسترش یافته است در حال حاضر با توجه به گسترش سطح زیر کشت سویا، اهمیت فرآیند فرآوری مناسب و خصوصا بهینه سازی فرآیند خشک کردن بیش از پیش ضروری می باشد. همچنین خشک کردن از فرآیندهای پر مصرف انرژی است که باعث افزایش هزینه ها در صنایع فرآوری نیز میگردد. به منظور صرفه جویی در مصرف انرژی میتوان با ایجاد تغییر در طراحی دستگاه و همچنین پارامترهای متغیر آن تا ۲۰٪ از مصرف انرژی کاست. بنابراین با توجه به اینکه حدود ۴۰٪ تولید سویا کشور در استان گلستان بوده و همچنین آب و هوای مرطوب منطقه و ساختار ویژه این دانه های روغنی، خشک کردن دانه با کیفیت مناسب و در مدت زمان محدود امری لازم بنظر می رسد. (fallahi, 1370)

در تحقیقات مشخص گردید که درجه حرارت هوای گرم عامل موثری بر روی کیفیت دانه بوده و در دانه های بذری به منظور حفظ قوه نامیه بذر، حداکثر دمای مناسب ۶۳ درجه سلسیوس اعلام گردید. (Sutherland and Morey, 1982).

همچنین بررسی های انجام شده بر روی خشک کردن دانه های روغنی آفتابگردان و گلرنگ نشان داد که درجه حرارت تاثیر معنی داری بر روی مقدار کل روغن استحصال شده داشته و از نظر شاخص کیفی اسیدیته روغن حداکثر دمای هوای ۹۰ درجه توصیه گردید (Chaly and Sutherland, 1984).

هدف از این تحقیق بررسی تاثیر پارامترهای مختلف خشک کردن بر روی کیفیت محصول می باشد. بطوریکه با استفاده از نرم افزارهای بهینه یابی، ترکیب مناسبی از متغیرهای فرآیند خشک کردن تعیین گردیده که میزان روغن را با در نظر گرفتن کیفیت محصول افزایش داده و در نتیجه باعث کاهش تلفات و افزایش بهره وری گردد.

مواد و روش ها

آماده سازی نمونه ها

با بررسی اولیه بر روی ارقام مختلف سویا در استان گلستان، رقم DPX، که بطور گسترده ای در منطقه کشت می گردد، انتخاب شد. نمونه ها در سال ۱۳۹۱ از مزارع بخش کمالان شهرستان علی آباد، کشت و برداشت شدند. کلیه دانه ها به طور دستی تمیز و بوجاری شده دانه های یک دست و سالم برای انجام آزمایشات باقی ماندند. سپس دانه ها را درون کیسه های پلاستیکی مخصوص قرار داده و پس از انتقال به آزمایشگاه، درون یخچال در دمای ۴ درجه سانتیگراد قرار گرفت، تا شرایط رطوبتی دانه حفظ شود. رطوبت اولیه دانه سویا (ارقام مذکور) با استفاده از دستگاه آن اندازه گیری شد. بر این اساس قبل از انجام آزمایشات، مقدار معینی از نمونه ها برای مدت ۷۲ ساعت در دمای ۱۰۳ درجه سانتیگراد درون آن قرار گرفته و بر اساس روش وزنی استاندارد مقادیر رطوبت اولیه هر یک از ارقام اندازه گیری شد (ASAE, 1999) در نتیجه آزمایش انجام شده، رطوبت اولیه نمونه ها ۱۶٪، ۱۸٪ و ۲۱٪ پایه خشک بدست آمد. در مرحله بعد نمونه ها با استفاده از دستگاه خشک کن طراحی شده در شرایط مختلف تا رطوبت مطلوب خشک گردیدند.

پس از تنظیمات اولیه دستگاه خشک کن آزمایشگاهی (شکل ۱)، ۱۰۰ گرم نمونه دانه سویا در سه سطح رطوبت اولیه ۱۶٪، ۱۸٪ و ۲۱٪ انتخاب شده و سپس دانه ها با سه دمای ۵۰، ۶۵ و ۸۰ درجه سلسیوس و با سرعت گردش هوا ۰/۶، ۱ و ۱/۵ متر بر ثانیه خشک شدند، تا به رطوبت نهایی ۱۰ درصد بر پایه خشک رسیدند. آنچه که در انتخاب این سطوح دما و رطوبت اهمیت داشت، این است که معمولا برای نگهداری سویا در انبار با توجه به مدت زمان نگهداری، دانه را تا رطوبت حدود ۱۰-۱۲٪ (بر مبنای خشک) خشک می کنند (Herum et al., 1979). در این تحقیق، سطح رطوبت نهایی دانه، در محدوده توصیه شده برای نگهداری سویا و با توجه به اطلاعات تجربی بدست آمده از کارخانجات فرآوری سویا، دمای خشک کردن در محدوده ۸۵-۵۰ درجه سلسیوس انتخاب گردید. البته بدلیل محدودیت زمانی، این دما کمی بیشتر از دمایی است که در حال حاضر مورد استفاده قرار می گیرد. در ابتدای آزمایش شرایط سطوح مختلف دمای خشک کردن و رطوبت نهایی بر روی نمونه ها اعمال شد و آنها برای انجام آزمایشات بعدی آماده شدند. در طی فرآیند خشک کردن، بطور مداوم وزن نمونه ها توزین شده، تا با توجه به میزان رطوبت حذف شده از آن مقدار رطوبت نهایی تعیین گردد. در هر یک از آزمایشات پس از رسیدن رطوبت نمونه ها به اندازه مشخص (۱۰ درصد بر پایه خشک) مدت زمان آزمایش تعیین گردید و به همراه اطلاعات شرایط آزمایش (تیمار مذکور) ثبت گردید.



شکل ۱: طرح دستگاه خشک کن آزمایشگاهی

ولی ممکن است در اثر عوامل فساد و رخ دادن واکنش هیدرولیز، این مقدار از حد معین تجاوز نماید. بنابراین اندیس اسیدی و اسیدیته از جمله شاخص هایی می باشند که به ما در تشخیص وجود فساد در روغن ها و چربی ها کمک می نمایند. در اسیدیته تعیین می شود که در ۱۰۰ گرم ماده چرب چند گرم اسید چرب آزاد وجود دارد

میلی گرم پتاسیم هیدروکساید لازم جهت خشتی کردن اسیدهای چرب آزاد در یک گرم روغن را اسیدیته روغن می گویند. یا عبارتی روش تعیین عدد اسیدی روغن با حل کردن روغن استخراج شده از دانه ها در مخلوطی از دی اتیل اتر و اتانل و سپس سنجش میزان اسیدهای چرب آزاد با استفاده از محلول پتاسیم هیدروکساید الکلی می باشد (ISIRI, 1384).

برای این منظور، 20 گرم روغن را در ارلنی می ریزیم و به آن ۱۰ سی سی اتانول و ۵ قطره فنل فتالین می افزاییم و با سود ۰/۱ نرمال تا ظهور رنگ صورتی که ۱۳ ثانیه پایدار باشد تیترا می کنیم. عدد اسیدی را بر حسب اسید اولئیک که اسید چرب اکثر روغن

بنابراین، در این تحقیق با انجام آزمون آماری فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی اثرات رطوبت اولیه دانه در سه سطح (۱۶٪، ۱۸٪ و ۲۱٪ درصد بر مبنای خشک) ، دمای خشک کردن در سه سطح (۵۰، ۶۵ و ۸۵ درجه سانتیگراد) و سرعت گردش هوا ۰/۶، ۱ و ۱/۵ متر بر ثانیه بر روی میزان روغن و شاخص کیفی اسیدیته روغن دانه مورد مطالعه گرفت.

آزمایش های کمی و کیفی روغن سویا

۱- تعیین مقدار روغن

به منظور اندازه گیری مقدار روغن، دانه ها ابتدا توسط دستگاه آسیاب برقی آزمایشگاهی خرد شده و با عبور از الک با اندازه مش ۲۰ ناخالصی های آن حذف می گردد. سپس با استفاده از حلال و قرار دادن آن در دستگاه سوسکله که وظیفه آن جداسازی روغن از مخلوط است، مقدار روغن نمونه ها تعیین گردید (Mirnezami, 1374)

۲- تعیین شاخص اسیدیته روغن

روغن های خوراکی اعم از حیوانی و نباتی دارای مقدار معین و جزئی اسید چرب آزاد هستند

اگر هدف یافتن کمینه ترین متغیرهای مستقل و یا متغیرهای هدف باشد در این صورت می بایستی به صورت رابطه ۱ داده ها نرمال سازی نماییم. که در آن V_{min} و V_{max} برابر است با ماکزیمم و مینیمم مقدار هر ستون برای یکایک متغیرهای مستقل به صورت رابطه (۲) می باشد.

$$V'_{ij} = \frac{V_{max} - v_{ij}}{V_{max} - V_{min}} \quad (2)$$

و اگر هدف یافتن بیشینه متغیرهای مستقل باشد در این صورت رابطه ۱ به صورت رابطه (۳) تغییر پیدا می کند.

$$V'_{ij} = \frac{v_{ij} - V_{min}}{V_{max} - V_{min}} \quad (3)$$

اگر نیاز باشد که درجه اهمیت برای متغیرهای مستقل در نظر بگیریم، بنابراین نیاز است که ماتریس V را در بردار W ضرب نماییم. که بردار $W = \{W_1, W_2, \dots, W_n\}$ است که $\sum_{i=1}^n W_i = 1$ می باشد. بنابراین ماتریس $V'' = V' \times W$ تبدیل می گردد.

در گام بعدی برای تعیین برازش و شایستگی هر سطر از بردار V'' می بایستی تابع Fit را برای هر سطر محاسبه نماییم. در این الگوریتم از ۳ تابع fit_1, fit_2, fit_3 استفاده می کنیم.

در این تحقیق الگوریتم ژنتیک یاد شده با استفاده از نرم افزار MATLAB ویرایش ۲۰۱۱ بر کامپیوتر 200GB و 1 GB RAM و cpu Dual core

هاست اندازه می گیریند. با استفاده از رابطه زیر مقدار عدد اسیدی روغن محاسبه می گردد.

که در رابطه فوق :

N : نرمالیه سود

V : حجم سود مصرفی

W : وزن روغن مورد آمایش

۲۸،۲: جرم مولکولی سود (پتاس الکلی)

۳-روش بهینه یابی فرآیند خشک کردن با استفاده از الگوریتم ژنتیک

الگوریتم های ژنتیک یکی از الگوریتم های جستجوی تصادفی است که ایده آن برگرفته از طبیعت می باشد. الگوریتم های ژنتیک بعنوان روشهای ریاضی در حل مسائل بهینه سازی کاربرد فراوانی دارند (mohammadi, 1386).

در این مقاله متغیرها به دو دسته متغیرهای وابسته (رطوبت، دما و سرعت هوا) و متغیرهای مستقل (میزان روغن و شاخص اسیدیته) نشان دهنده نتایج حاصله از آزمایش می باشند را شامل می گردد. در این روش فرآیند بهینه یابی شامل دو مرحله نرمال سازی متغیرهای مستقل و ترکیب می شود. در گام اول برای اینکه جنس داده های بدست آمده و همچنین بازه مقادیر $[F_1, F_2]$ را برای متغیرهای مستقل متفاوت F_1 باشد نیاز داریم تا داده را نرمال نماییم که پس از طی این گام تمامی داده های متغیرهای مستقل در بازه $[0, 1]$ فرآیندی گیرند.

در گام اول ماتریس متغیرهای مستقل را به صورت رابطه (۱) تشکیل می دهیم

$$V = \begin{bmatrix} V_{time 1} & V_{quality 1} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ V_{time n} & V_{quality n} & \dots \end{bmatrix} \quad (1)$$

دما و سرعت هوا تاثیر معنی داری بر روی میزان روغن و شاخص اسیدیته روغن حاصل داشتند.

بر اساس نتایج حاصل با افزایش رطوبت اولیه مقدار روغن تولیدی کاهش یافت (شکل ۲). با افزایش رطوبت در دماهای بالای ۸۰ مقدار روغن تولیدی کاهش یافت، که احتمالاً بدلیل تجزیه حرارتی روغن موجود در دانه این اتفاق می افتد. خشک کردن دانه با رطوبتهای بالا، در دمای زیاد سرعت فرآیند خشک کردن را سریعتر می کند ولی باعث کاهش میزان روغن تولیدی می گردد. نتیجه بدست در این تحقیق با گذرش آزمایشات انجام شده توسط پتک و آگراوال (۱۹۹۱) بر روی دانه روغنی کلزا مشابهت داشت و با افزایش دما مقدار روغن تولیدی تا ۰,۹ درصد کاهش یافت (Pathk and Agrawal, 1991). همچنین در گزارش دیگری نتیجه مشابهی در مورد دانه آفتابگردان و گلرنگ گزارش گردید (Chaly and Sutherland, 1984).

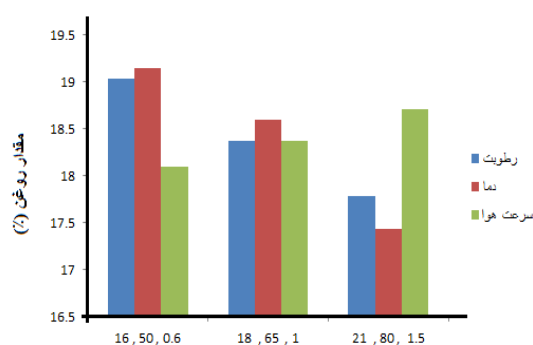
Hard Disk با استفاده از روش بیان شده اجرا گردید.

نتایج و بحث

تاثیر شرایط مختلف خشک کن دانه بر روی خواص کیفی روغن سویا

این آزمایش به بررسی تاثیر متغیرهای مختلف فرآیند خشک کردن بر روی خواص کیفی پرداخته و هدف از آن عبارتست از آن استخراج بهترین ترکیب این متغیرها برای دستیابی به بالاترین راندمان می باشد، که هم خشک کردن با سرعت بالاتری انجام شود و هم محصول حاصل دارای کیفیت بهتری باشد.

به منظور بررسی اثر رطوبت و دمای خشک کردن و سرعت گردش هوا بر خواص کیفی ذکر شده، تجزیه و تحلیل آماری انجام گرفت که اثر عوامل مختلف و تاثیر متقابل آنها بر روی خواص مذکور بدست آمد. طبق نتایج آماری بدست آمده، عوامل رطوبت اولیه،



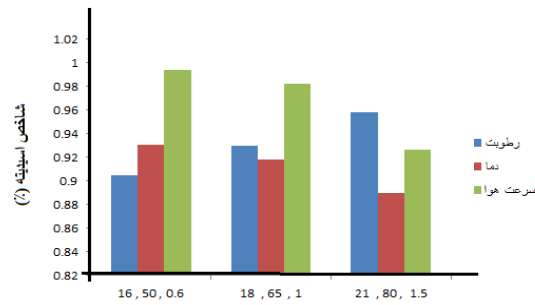
شکل ۲: تاثیر رطوبت، دما و سرعت گردش هوا بر مقدار روغن

یافته و باعث کاهش کیفیت روغن می گردد. از طرف دیگر با افزایش دمای خشک و سرعت هوا خشک کن، شدت خشک شدن دانه‌ها تندتر شده و میزان میزان اسیدیته روغن حاصل کاهش یافت. دلیل این امر اینست که بدلیل کاهش اثرات تخریبی حرارت

از طرفی نتایج آزمایشات نشان داد با افزایش رطوبت اولیه میزان اسیدیته روغن حاصل افزایش یافت (شکل ۳). دلیل این امر اینست که در رطوبت های بالا، بدلیل گرمای حاصل از فعالیت تنفسی دانه افزایش یافته و میزان اسیدیته روغن حاصل افزایش

(Robertson, 1978). همچنین طبق گزارش تحقیقی بر روی دانه کلزا بهترین کیفیت از نظر اسیدیتیه در دمای ۸۵ و رطوبت ۱۲ درصد بدست آمد (mahammadzadeh and yaghbani, 1384).

در دماهای بالا و سریعتر خشک شدن دانه، میزان اسیدهای چرب کاهش یافته و شاخص اسیدیتیه آن کاهش می‌یابد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات مشابه توسط موریسون و روبرسون بر روی دانه‌های غلات مشابهت داشت (Morrison and



شکل ۳: تاثیر رطوبت، دما و سرعت گردش هوا بر شاخص اسیدیتیه

دستگاه خشک کن برای دستیابی بالاترین کیفیت محصول و افزایش بازدهی ماشین مفید خواهد بود. مدلسازی این امکان را به ما می‌دهد که نرخ خشک کردن و بازدهی آن را در یک شرایط خاصی پیش بینی کنیم و به تبع آن با پیش بینی دقیق زمان لازم، دما و رطوبت ماده، کیفیت محصول نهایی را بالا برده و در زمان صرفه جویی کنیم.

با توجه به ارتباط سرعت خشک کردن با رطوبت، دما و سرعت گردش هوا، مدل‌های رگرسیونی رابطه بین سه فاکتور مذکور با شدت خشک شدن دانه و شاخص اسیدیتیه بدست آمد (جدول ۱). از این مدل‌ها می‌توان برای پیش بینی، برآورد و کنترل داده‌ها استفاده کرد. ضمناً این مدل‌ها را می‌توان برای مدیریت استفاده و تنظیم

متغیر	R^2	مدل ریاضی
روغن	0.85	$Y=26.415-0.247 M-0.064 T+0.614 V$
اسیدیتیه	0.47	$AI=0.527+0.018 M+0.002 T- 0.028 V$

Y مقدار روغن بر حسب درصد، AI شاخص اسیدیتیه بر حسب درصد، M محتوای رطوبت بر حسب درصد، T دما بر حسب سلسیوس و V سرعت گردش هوا بر حسب متر بر ثانیه.

لازم) و داشتن کیفیت بالاتر (کمترین میزان اسیدیتیه) است، باید فرآیند بهینه‌یابی با در نظر گرفتن این دو عامل در تیمارهای مختلف صورت گیرد. با استفاده از روابط بیان شده در روش بهینه‌یابی، بر روی داده‌های مختلف که شامل متغیرهای مستقل (رطوبت،

نتایج آزمون بهینه‌یابی

در این تحقیق با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک، فرآیند بهینه‌یابی بر روی داده‌های آزمایش صورت گرفت. از آنجائیکه مطلوب‌ترین حالت برای انجام این فرآیند، خشک کردن سریعتر (کمترین زمان

افزایش دما امکان خشک کردن سریعتر دانه ها را میسر می سازد، ولی تاثیر منفی بر روی کیفیت دانه ها داشته و شاخص اسیدیته را افزایش می دهد.

نتیجه گیری

نتیجه آزمایشات این تحقیق نشان داد که با افزایش رطوبت اولیه مقدار روغن تولیدی کاهش یافته و مقدار شاخص اسیدیته افزایش یافت.

همچنین با افزایش دمای خشک کردن مقدار روغن تولیدی کاهش یافته و شاخص اسیدیته کاهش یافت که دلیل این امر کاهش اثرات تخریبی حرارت در دماهای بالا و سریعتر خشک شدن دانه، می باشد، که کاهش اسیدهای چرب را در پی دارد.

نتایج بهینه یابی به روش الگوریتم ژنتیک نشان داد که، خشک کردن دانه ها با رطوبت اولیه ۱۶٪ و دمای هوای ۶۵ درجه سلسیوس و سرعت گردش هوا $1/5 \text{ m/s}$ بهترین حالت ممکن می باشد، زیرا خشک کردن در بیشترین میزان روغن (۲۰،۵ درصد) و بالاترین کیفیت (شاخص اسیدیته ۰/۸۲) صورت گرفته است.

دما، سرعت باد) و وابسته (زمان خشک کردن و شاخص اسیدیته) می باشد، اعمال شد و وعمل نرمال سازی بر روی داده صورت گرفت.

روند اجرای الگوریتم ژنتیک مطابق روش بیان شده در فصل قبل اجرا گردید. پیاده سازی این الگوریتم از قسمت Tool box و بخش Genetic Algorithm نرم افزار MATLAB صورت گرفت. در این روش Mutation rate برابر ۰/۲ در نظر گرفته شده و تعداد تکرار نیز ۵۰۰ با جمعیت اولیه ۵۰ کروموزوم می باشد. پیاده سازی این الگوریتم نشان داده است که در نقطه بهینه یافته شده روند اجرای الگوریتم به مقدار fit_3 میرا گردید.

ستون های fit_1 ، fit_2 ، fit_3 شامل مقادیر شایستگی هر سطر می باشد. با توجه به اینکه مقادیر شایستگی fit_3 مدنظر می باشد، لذا خشک کردن دانه ها با رطوبت اولیه ۱۶٪ و دمای هوای ۶۵ درجه سلسیوس و سرعت گردش هوا $1/5 \text{ m/s}$ بهترین حالت ممکن می باشد، زیرا خشک کردن در بالاترین کیفیت (شاخص اسیدیته ۰/۸۲) و بیشترین میزان روغن (۲۰،۵ درصد) صورت گرفته است. هرچند

منابع

5- Fallahi, m. 1370. Oil extraction and protein production of soybean. mashhad university publisher. 201p. (in farsi)
6- Herum, F. L., Mansah, J. K., Barre, J. H. and Majidzadeh, K. 1979. Viscoelastic behavior of soybeans due to temperature and moisture content. Transactions Of the ASAE., p:1219-1224.
7- Mir nezami, h. 1374. General analysis methods of fats and oils. mashhad publisher. 72p. (in farsi)
8-Mohammadi, a. 1386. Introduction on Genetic algorithm and application. Naghous publisher. 158p. (in farsi)
9- Mohammad zadeh, j. and yaghbani, m. 1384. Effect of harvesting moisture and

1-Anonymous., 1999. Construction and rating of equipment for drying farm crops. ASAE standards, S248.3 DEC 95, 529-537
2-ASAE Standards, 1999. Moisture mesurment – unground grain and seeds. American Society of Agricultural Engineering., S368.4. P:567-568.
3- Brooker, D. B. ; Baker Arkema, F. W. and Hall, C.W. 1992. Drying and Storage of Grains and Oilseeds. AVI Book publisher, New York , U.S.A
4- Chaly, T. F. and Sutherland, J.W. 1984. Thin – layer drying rates on sunflower seed. J. Agric. Eng. Res (30): 337-345.

12-Sadowska J. ; J Fornal ; A. Ostaszyk and B. Szymatowicz 1996. Drying conditions and processability of dried rapeseed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 72(2): 257-262

13-Pathk, P.K., and Agrawal, Y.C. 1991. Effect of elevated drying temperature on rapeseed. *J.A.O.C.S.* 68(8) 580-582

14-Sutherland J.W. and E.B. Morey 1982). Thin – layer model for rapeseed. *Trans ASAE*, 34(6): 2505-2508

drying temperature of rapeseed canola on oil quality. *J. Agric. Sci. Resour.* 12(5): 119-125. (in farsi)

10- Morrison, W. H., and Robertson, J, S, 1978. Oil point in technology estimation of dried rapeseed. *Journal of American chemistry. Soc.* 55(2): 272-274

11- National standard of iran (ISIRI). Oil seeds. Acidity index determination method. 4178. (in farsi)

Optimization of drying process for soybean oil seeds by Genetic algorithm methodHadi Alami^{*1} and Fateme Naderi²

Received: 1 March 2014

Accept: 17 May 2014

Abstract:

We study drying process of soybean seeds DPX variety, Based on standard method. To research on drying properties and their effective factors drying parameters includes initial moisture content in three levels (16,18 and 21% on drying basis) , drying temperature in three levels (50, 65 and 80 Celsius) and air velocity in three levels (0.6,1, 1.5 m/s) on the oil quantity and acidity index (as key important quality factor) have been explored. Result promises us that all three mentioned factors have important impacts on oil quantity and acidity index. Assuming that less drying oil quantity and acidity index is significant satisfactory, the process of drying has been optimized by utilizing Genetic algorithm approach. Since we obtain the highest oil product (20.5%) and the highest quality (0.82 acidity index), The best optimized solution in drying process meets with 16% initial moisture and 65 C and 1.5 m/s velocity as well.

Keywords: Soybean, drying, optimization, Genetic algorithm, acidity index.

¹ Group Mechanics of Agricultural Machinery, Islamic Azad University, Azadshahr

* Corresponding Author: alemihadi@yahoo.com