بررسی خواص فیزیکی تفاله سیب و مشخصات سایکرومتری محیط جهت انتخاب نوع وتعیین ابعاد خشک کن تفاله سیب

حسین بهفر[1]

چکیده

سالانه حدود ۴۶۰ هزار تن سیب در واحدهای تولید کنسانتره ایران فرآوری میشود.از هر تن سیب فرآوری شده حدود ۳۱۵- ۲۲۵ کیلوگرم تفاله تر بدست می آید .این ماده دارای ارزش غذایی بالایی بوده و می تواند در صنایع استخراج پکتین ، شیرینی پزی ، تغذیه دام و ... مورد استفاده قرار گیرد.جهت بازیافت و استفاده تفاله ، باید آنرا خشک کرد. برای انتخاب و طراحی دستگاه خشک کن مناسب ابتدا باید یکسری خواص فیزیکی موادی که باید خشک شوند را بدست آورد .ابتدا با استفاده از آزمونهای آزمایشگاهی ، مشخصات محصول از جمله گرمای ویژه ، ضریب اصطکاکی ، نمودار سایکرومتریک و ... بدست آمد و با توجه به داده های بدست آمده و مطابقت آنها با یکسری جداول خشک کن دوار مناسب تشخیص داده شد و نیز با استفاده از داده های مربوط به خواص فیزیکی و مشخصات هوای محیط و همچنین هوای گرم شده در کوره ، شدت جریان هوای لازم بدست آمد. با استفاده از مدل انتقال حرارت، قطر و طول استوانه خشک کن محاسبه شدند.

واژه های کلیدی : خشک کردن ، تفاله سیب ، ، بازیافت ، خواص فیزیکی

مقدمه

در کارخانجات آبمیوه ، سیب آسیاب شده در داخل دستگاه پرس فشرده می شود و بعد از آب گیری ، تفاله آن که از پوست ، دمگل و مغز میوه تشکیل شده است از آن خارج می شود .با توجه به استحصال ۳۱۵-۲۲۵ کیلوگرم تفاله تر از هر تن سیب پرس شده ، سالانه در حدود ۱۴۴/۹- ۱۰۳/۵ هزار تن تفاله سیب در کارخانجات فراوری سیب ایران تولید می شود(۲). بخاطر خاصیت فسادپذیری سریع بیولوژیکی آن ، دفع آن یکسری مشکلات را بهمراه دارد ولی از آنجاییکه این ماده منبع غنی هیدروکربن ها ، اسیدها ، فیبر و ماد معدنی است دفع آن بعنوان ماده زاید هدر رفتن منابع طبیعی باارزش می باشد .راههای مختلفی برای استفاده از آن برای به حداقل رساندن مشکلات دفع وجود دارد . از ماده تر آن میتوان برای تغذیه دام و تهیه کود آلی و... استفاده کرد(۵) ولی آنچه از بررسی منابع اطلاعاتی بدست آمد نشان می دهد که اقتصادی ترین و بهترین روش بازیافت تفاله سیب ، خشک کردن آن می باشد که با اعمال این روش درصد رطوبت آن از گستره ۷۸/۱۰ – ۶۶/۴ به سطح پایین تری رسانده می شود (۶). دلایل خشک کردن آن برای موارد استفاده مختلف عبارتند از :

۱- عضو هیئت علمی گروه ماشینهای کشاورزی – دانشگاه تبریز

– جلـو گیـری از خاصـیت فسـاد پـذیری بیولوژیکی تفاله در انبار و استفاده تـدریجی از آن جهت تغذیه دام ، تهیه الکـل اتـانول ، بیوگـاز ، اسید سیتریک ، پکتین و ..(۸، ۹)

– از بین بردن آنزیم پکتیناز موجود در تفاله و جلوگیری از خرد شدن و تجزیه پکتـین موجـود ، جهت استفاده در صنایع تولید پکتین(۷) .

–برای ترکیب شدن آسان با سایر مواد غذایی در جیره غذایی طیـور و انتقـال آسـان در سیسـتم تغذیه اتوماتیک (۶).

– جهت پودر کردن و مخلوط کردن تفالـه در محصولات شیرینی پزی از قبیل کلوچه ، کیـک و نان شیرین(۱۷).

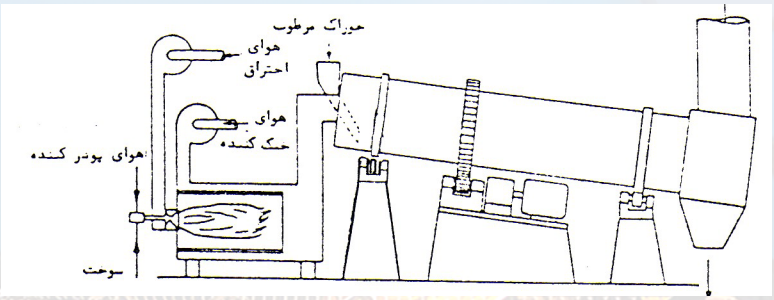
– کاهش حجم و وزن تفالـه جهـت سـهولت حمل و نقل آن

البته ازبین موارد استفاده یاد شده بـرای تفالـه سیب ، پکتین بخاطر داشتن ارزش اقتصادی بالا از موارد دیگر مهم تـر بـوده کـه کـاربرد وسـیعی در صنایع داروسازی و غذایی دارد و برای بـالا بـردن کیفیت وژل سازی در محصـولاتی از قبیـل مربـا ، مارمالاد ، ماست و ... مورد استفاده قرار می گیرد . در ایران نیز قدم هایی در راستای احداث کارخانه تولید پکتین از تفاله سـیب برداشـته شـده اسـت. بخاطر تـداوم تولیـد پکتـین بـا ارزش و بـا رنـگ مطلوب از تفاله با کیفیت بالا و ممانعت از فرایند تخمیر ، اولین واحد در خط فراوری این کارخانه، واحد خشک کنی می باشـد تـا محتـوی رطوبـت تفاله را به ۱۲ درصد برساند(۷).

بنابراین برای نیل به اهـداف فـوق الـذکر لازم است با اسـتفاده از دسـتگاه خشـک کنـی ، تفالـه سیب خشک شود . ضمن اینکه بایستی بعضـی از ویژگیهای ضروری از قبیل ارزش غـذایی ، شـکل ظاهری ، ترکیب اولیـه و ... حفـظ شـود ، از نظـر اقتصادی نیز با صرفه تـرین روش مـورد اسـتفاده قرار گیرد . برای طراحی هر سیستم خشـک کنـی بعد از مشخص شدن مسئله طراحی کـه در اینجـا طراحی خشک کن تفاله سیب مـی باشـد دومـین قدم انتخاب نوع خشک کن با توجـه بـه خـواص این ماده می باشد(۱). با توجه بـه شـکل فیزیکـی تفاله سیب که مخلوطی از ذرات ریز و درشت می باشد خشک کن های نـوع سـینی دار ، نقالـه ای ، سیال یا شناور ، خلائی ، انجمـادی و اسـتوانه ای دوار می تواند مـورد اسـتفاده قـرار گیـرد . ونـگ وتومـاس (۱۷) بـا مقایسـه خشـک کـن دوار و انجمادی جهت خشک کردن تفاله سـیب بـه ایـن نتیجه رسیدند که خشک کن دوار از نظر اقتصادی برتر بوده و همچنین اعلام کردند که خشـک کـن دوار تاثیر چندانی بر کاهش پکتـین نمـی گـذارد. فاکس (۷) نیز خشک کـن دوار را مناسـب تـرین نوع خشک کن جهت خشک کردن صـنعتی تفالـه سیب معرفی کرده و اعـلام داشـت کـه در اغلـب کارخانجات تولید پکتین آلمان از این نوع خشـک کن استفاده مـی شـود . ال بوشـی و وانـدرپل(۶) برای خشک کردن تفاله سیب جهت تغذیـه دام و طیور ، خشک کن دوار را توصیه کردند.

شکل ۱ خشک کن دوار را نشان می دهد کـه از یک اسـتوانه کـه روی یاتاقانهـای مناسـبی مـی گردد تشکیل یافته و معمولاً نسبت بـه افـق بطـور جزئی شیب دار می باشد . طـول سـیلندر ممکـن است در گستره ۴ تا ۱۰ برابر قطر آن باشد کـه در گستره ۰/۳ تا بیش از ۳ متر تغییر می کنـد . مـواد جامد توسط ناودانی از یک طرف سیلندر وارد می شود و در اثر دور زدن استوانه و شیب سـیلندر در طول استوانه حرکت می کنـد و محصـول بدسـت

آمده از طرف دیگر تخلیه می شود .با گردش استوانه ، مواد توسط بالـه هـای نصب شده در دیواره داخلی استوانه به طرف بالا برده شده و در معرض هوای گرم در حال جریان قرار می گیرند. با تداوم اینکار و در مجاورت هوای گرم، مواد بتدریج خشک می شوند(۱) .



(شکل۱) اجزاء خشک کن دوار

قدم بعدی در طراحی ،محاسبه موارد زیر با استفاده از داده های حاصل از سنتیک خشک کردن و موازنه های جرم و گرما مربوط به محصول و هوای گرم شده می باشد.

تعداد باله های بلند کننده n_f و پروفیل آنها(۳)

نرخ تغذیه مواد جامد F و ظرفیت نگهداری H

قطر استوانه D و سرعت دوران آن N

مسیر گاز خشک کن (هم جهت یا متقابل) و سرعت آن در داخل استوانه

در یک خشک کن دوار محاسبه حجم استوانه، طول و قطر که مهم ترین جزء طراحی می باشد با استفاده از مدل انتقال حرارت بدست می آید . تلاشهایی برای مدل بندی انتقال حرارت در خشک کن دوار ریزشی صورت گرفت. اولین بار مارشال نظریه ای را ارائه داده و معادلاتی پیشنهاد کرد . بیکر(۴) بعضی از مدلهای انتقال حرارت ارایه شده را نیز مرور کرد که بر اساس مورد اول پایه گذاری شده بودند و به این نتیجه رسید که این مدلها تحت سرعتهای $3ms^{1}$ که مورد علاقه صنعت است به طور کلی نتایج رضایت بخشی را ارایه ندادند. یک جایگزین مناسب مدل اولی ، استفاده از ضریب انتقال حرارت لایه ای بود. شفیلد و گلیکین با استفاده از این مبنا ، معادله ای را جهت ضریب انتقال حرارت ارایه دادند(۱۰). لانگریش و همکاران (۱۱)توانستند به نتایج رضایت بخش تری بااستفاده ازروابط اصلاح شده برای ضریب انتقال حرارت برسند که بر اساس سرعت نسبی بین مواد و هوا قرار داده شده واز طریق مدل آیرودینامیکی ذرات محاسبه شده بود. فریدمن و مارشال معادلاتی برای انتقال حرارت پیشنهاد دادند که این معادلات توسط سی من مورد تایید قرار گرفت. این روابط توسط مک کب و پری(۱۶) جهت طراحی خشک کن توصیه شد. مک کرومیک ادعا کرد که روابط قبلی را می توان به صورت کلی زیر نوشت(۹، ۱۵):

$$Q=KLDG^{a}\Delta T_m$$

که درآن a دارای مقادیر ۰/۶۷– ۰/۴۶ است اما اغلب عدد ۰/۶۷ مورد استفاده قرار می گیرد وG سرعت جرمی هوا $(kgh^{-1}m^{-2})$ و K ضریب تناسب ، Q نرخ انتقال حرارت بین مواد (W) ، ΔT_mمتوسط لگاریتمی حد تغییرات دما $(^{\circ}K)$ ، D و L بترتیب قطر و طول استوانه (m) می باشد.

کارهای دیگری نیز در راستای طراحی علمی صورت گرفته ، که بر اساس زمات اقامت یا توقف مواد در داخل خشک کن دوار می باشد .

که در آنها مقادیر مربوط به قطر D ، طول L ،شیب α و سرعت دوران N استوانه بهم ربط داده شده اند. پروتون ، میلر ، سولیوان و همکاران اولین نفراتی بودند که برای اولین بار معادلات زمان اقامت را ارایه دادند. سی من و همکاران ، پورتر و میشل و همکاران تحلیل بیشتری را در مورد جنبه های دیگر فرایند ارایه نمودند. شفیلدو گلیکین تجزیه و تحلیل نظری در مورد حرکت ذره ها را انجام دادند(۱۲) . معادله کلی زمان اقامت زیرین اساس کار آنها بود که این مکانیزم کلی توسط کلی(۱۰) و محققین دیگر نیز رعایت شد.

$$T = \frac{L_{eff}}{(\text{طول ریزش})_{av}} (\text{زمان ریزش})_{av}$$

که درآن :

L_{eff} = طولی از استوانه که بطور متوسط ذره در اثر ریزش می پیماید

$_{av}$ (طول ریزش) = فاصله ای در طول استوانه که به طور متوسط ذره در حال ریزش طی می کند (m).

$_{av}$ (زمان ریزش) = زمانی که به طور متوسط ذره در هر ریزش صرف می کند(s).

بیکر(۴) چندین مدل پیش بینی متوسط زمان اقامت مواد در خشک کن شامل مدلهای نیمه تئوری فریدمن مارشال ، سی من و میشل و مدلهای تحلیلی شفیلد و گلیکین ، و مدلهای کامپیوتری کلی و دانل را مرور کرد . ولی هیچ ارتباط رضایت بخشی در سرعتهای مورد علاقه صنعت بین آنها پیدا نکرد.مچت و بیکر(۱۲) مدل دو جریانه ای را برای پیش بینی زمان اقامت ذرات در خشک کنهای ریزشی ارایه دادند. ولی روابط ارایه شده توسط آنها فقط زمانی می توانست مورد استفاده قرار گیرد که در ته استوانه هیچ پس زدنی روی باله ها صورت نگیرد . پس تحقیق آنها احتیاج به اصلاحیه ای داشت که این کار توسط مچت و شیخ(۱۳) انجام شد. مدل بهبود یافته با توجه به اینکه تطابق نزدیکی را با نتایج آزمایشگاهی در گستره وسیعی ارایه می کرد و نیز با توجه به سادگی ، مدلی قابل کاربرد بود و اساس یک روش طراحی برای خشک کن دوار را فراهم کرد.

مواد و روشها

خواص فیزیکی تفاله سیب بترتیب زیر اندزه گیری و محاسبه شد :

– با استفاده از متوسط داده های مربوط به ترکیبات شیمیایی تفاله سیب و معادله ارایه شده توسط چارم ، گرمای ویژه تفاله سیب محاسبه شد(۱).

– ضریب اصطکاک بین ذرات مواد (μ)، برابر تانژانت زاویه اصطکاک داخلی مواد می باشد که این زاویه را می توان تقریباً معادل زاویه قرار گیری استاتیک در نظر گرفت.با استفاده از روش ارایه شده توسط محسنین(۱۴) زاویای قرار گیری و ضریب اصطکاک در مراحل مختلف خشکانیدن بصورت داده های جدول زیرین حاصل شد. .

$$C_p = ۱/٤٢٤ \times C + ۱/٥٤٩ \times P + ۱/٦٧ \times F + ۰/٧٣٧ \times A$$

$$C_p = ۱/٤٢٤ \times ۰/۱۵۵ + ۱/٥٤٩ \times ۰/۰٥۰٦ + ۱/٦٧ \times ۰/۰٤۰۲ + ۰/۸۳۷ \times ۰/۰۲۵$$

$$C_p = ۰/۳۸۷ \text{ kJ/kg .}^{\circ}\text{C} \quad \text{یا} \quad ۰/۰۹۲ \text{ Btu/lb.}^{\circ}\text{F}$$

که در آن C_p گرمای ویژه ، C درصد کربوهیدرات ، P درصد پروتئین ،F درصد چربی و A درصد خاکستر می باشد

– برای اندازه گیری رطوبت ، نمونه های ۱۵ گرمی تفاله به صورت تصادفی انتخاب شده و بعد از قرار دادن در داخل بوته چینی به مدت ۲ ساعت در داخل آون ، تحت دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد نگهداشته شدند . پس از وزن کردن نمونه ها ، با استفاده از روابط ، محتوی رطوبت تر پایه (درصد) ٪ ۷۰ و محتوی رطوبت خشک پایه (درصد) ٪۲۳۳بدست آمد.

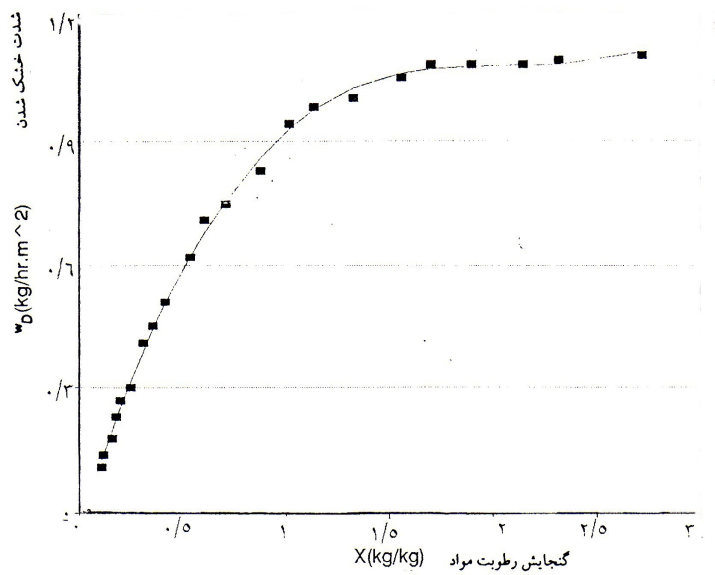
– با وزن کردن و اندازه گیری حجم مقدار معینی تفاله تر ، جرم مخصوص تفاله تر kg/m^3 ۴۸۸ حاصل شد.

– با استفاده از روش غربال کردن متوسط قطر ذرات ۷ mm اندازه گیری شد.

جهت بدست آوردن اطلاعات مورد نیاز در زمینه نحوه خشک شدن، سینتیک خشک شدن و زمان مورد نیاز که برای طراحی دستگاه مورد نیاز بود ، از دستگاه آزمایشی خشک کن سینی دار موجود در دانشگاه تبریز استفاده شد . آزمایشات در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد انجام گرفت و در نهایت منحنی خشک شدن زیر بدست آمد که مراحل شدت ثابت و شدت نزولی را به خوبی نشان می دهد.

جدول (۱) مقدار زوایای قرار گیری ذرات در مراحل مختلف خشکانیدن

مدت زمان خشکانیدن (ساعت)	۰	۰/۵	۱	۱/۵
زاویه قرارگیری (Φ_s)	۴۷/۱۹	۴۴	۴۳/۲	۴۲/۵
ضریب اصطکاک (μ)	*۱/۰۷۹*	*۰/۹۷۳*	*۰/۹۳*	*۰/۹*



(شکل ۲) منحنی شدت خشک کردن تفاله سیب در خشک کن سینی دار

با استفاده از کاغذ شطرنجی ، مساحت زیر منحنی بدست آمد. مساحت زیر منحنی ، زمان خشک کردن می باشد. این زمان حدود یک ساعت ونیم بود که با داده های ارایه شده در منابع علمی در دسترس مطابقت می کرد.

مشخصات هوای مورد استفاده در دستگاه خشک کن بترتیب زیر محاسبه شد:

– با توجه به اینکه جداول سایکرومتری بر مبنای فشار یک بار یعنی ۱۰۰ کیلو پاسکال می باشند ، استخراج فشار بارومتریک محیط برای اصلاح نتایج سایکرومتری ضروری می باشد .با توجه به عرض جغرافیایی و اختلاف ارتفاع از سطح دریا ، فشار بارومتریک منطقه P برابر ۸۵/۰۵ کیلو پاسکال بدست آمد .

– با توجه به فصل کاری و با استفاده از آمار هواشناسی ، هوای منطقه دارای متوسط دمای $t=$ ۱۵ $^{\circ}c$ و متوسط رطوبت نسبی $\Phi_0=$٪۵۰ می باشد. با توجه به فشار واقعی و با استفاده از نمودارهای سایکرومتری ، رطوبت مخصوص $W_0=$۰/۰۰۵۳ و با استفاده از جداول خواص ترمودینامیکی ، آنتالپی هوای محیط در دمای ۱۵ درجه $h_0=$ ۵۰/۷۹۲ $\frac{kJ}{kg^{d.a.}}$ بدست آمد.

– بعد از گرم شدن هوا در داخل کوره تا ۱۰۰ درجه که برای تفاله سیب توصیه می شود با استفاده از همان روشها ، رطوبت نسبی ٪۰/۸۴ $\Phi_1=$، رطوبت مخصوص $W_1=$۰/۰۰۶۲۱ وآنتالپی $h_1=$۱۳۷ $\frac{kJ}{kg^{d.a.}}$ برای هوا قبل از ورود به استوانه جهت خشک کردن بدست آمد.

– معمولاً دمای هوای خروجی از سیستم در خشک کن های آدیاباتیک از معادله زیر محاسبه می شود :

$$Nt = 1/5 = Ln\frac{T_{ha} - T_{wa}}{T_{hb} - T_{wa}}$$

که در آن T_{ha} دمای هوای ورودی ، T_{hb} دمای هوای خروجی و T_{wa} دمای حباب تر هوای ورودی خشک کن بر حسب فارنهایت می باشد. در محاسبات دمای حباب تر برابر دمای اشباع

آدیاباتیک در نظر گرفته می شود .بنابراین با استفاده از نمودار سایکرومتریک دمای حباب تر هوای ورودی یا T_{hb} برابر ۹۲ درجه فارنهایت بدست آمد.با جایگذاری در رابطه بالا دمای هوای خروجی $T_{hb} = 119^{\circ}F$ یا ۴۸°C محاسبه شد.

– در کارخانجات آب سیب معمولاً حداقل حدود ۱۰۰۰ کیلو گرم ماده تفاله تر در یک ساعت تولید می شود که با در نظر گرفتن مقدار رطوبت آن ، دارای حدود ۳۰۰ کیلو گرم ماده خشک می

باشد بنابراین نرخ تغذیه ماده خشک یا $\dot{m}_s$ ، ۰/۰۸۳کیلوگرم در ثانیه و رطوبت همراه تفاله یا $\dot{m}_{wa}$ ، برابر ۰/۱۹۴ کیلوگرم در ثانیه وارد دستگاه می شود . با استفاده از معادله بقاء انرژی و و بقاء جرم رطوبت در نهایت $\dot{m}_{dair}$ یا

مقدارشدت هوای لازم برای خشک کردن این نرخ ماده ورودی برابر ۱۲/۱۷۴ kg/s محاسبه شد.

قطر استوانه بترتیب زیر محاسبه شد:

– سطح استوانه باید به اندازه ای باشد که بتواند مقدار هوا ی لازم جهت خشک کردن را از خود عبور دهد . بنابراین مساحت سطح مقطع استوانه از رابطه مقابل محاسبه شد.

$$A = \frac{\dot{m}_{dair}}{G}$$

– برای محاسبه G از معادله $G = \rho_a . V$ استفاده گردید که در آن G حداکثر سرعت جرمی هوا برحسب $lb/ft^2.h$ و ρ_a جرم حجمی هوا بر حسب پوند بر فوت مکعب و V سرعت هوا بر حسب ft/h می باشد.با توجه به شرایط ذرات تفاله ، سرعت پایین ۱/۵ متر بر ثانیه یا ۱۷۷۱۶/۵۳

$$\rho = \frac{273}{22/41 \times T} \times \left(\frac{1}{0/033 + W_1/18/02}\right)$$

$$\rho_a = \frac{273}{22/41 * 373} \times \left[\frac{1}{0/033 + (0/0062/18/02)}\right] = 0/98\ kg/m^3 = 0/061\ lb/ft^3$$

$$G = 0/061 * 17716/53 = 1080/7 \quad lb/ft^2.h \Rightarrow A = \frac{\dot{m}_{dair}}{G} = \frac{96620/558}{1080/7} = 89/4 \quad ft^2$$

فوت در ساعت انتخاب شد ..پس از محاسبه جرم حجمی هوای مرطوب از معادله زیر، با جایگذاری آن در رابطه قبلی مقدار G محاسبه شد(۱۴).

– قطر D با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$D = \left(\frac{4 * A}{\pi}\right)^{0/5} = \left(\frac{4 * 89/4}{\pi}\right)^{0/5} + 10/67\ ft = 3/25 \quad m$$

طول استوانه از مدل انتقال حرارت زیر که در کتاب مرجع مهندسی شیمی توصیه شده، محاسبه شد(۱۰،۱۶):

$$L = \frac{q_T}{0/125\ \pi D G^{0/67}\ \overline{\Delta T}}$$

که در آن q_T مقدار حرارت انتقال یافته در سیستم می باشد که مقدار آن با استفاده ار رابطه ارایه شده در همان مرجع برابر ۱۴۴۱۴۴۰ Btu بدست آمد.

$\overline{\Delta T}$ متوسط لگاریتمی اختلاف دما می باشد که از رابطه زیر بدست آمد(۱۰):

$$L = \frac{1441440}{0/125 * 10/66 * (1080/7)^{0/67} * 62} = 51/18 \text{ ft} \quad = 15/6 \quad \text{m}$$

با جایگذاری داده های بدست آمده در مدل انتقال حرارت طول استوانه مشخص گشت.

$$\overline{\Delta T} = \frac{(T_{ha} - T_{wa}) - (T_{hb} - T_{wb})}{Ln(T_{ha} - T_{wa})/(T_{hb} - T_{wb})} = \frac{(212 - 92) - (119 - 92)}{Ln(212 - 92)/(119 - 92)} = 62\ ^{\circ}F$$

نتایج وبحث

یکی از اهداف مهم مکانیزاسیون کشاورزی ، بررسی تشخیص نیازهای این بخش می باشد. به طوریقین ضرورت پژوهش درمورد هر کدام ازموضوع ها باید به اثبات رسیده باشد. در مورد مسایل بازیافت این موضوع اهمیت خاصی پیدا میکند ، زیرا در طی فرایند، ماده ای با ارزش پایین به ماده ای با ارزش بالا تبدیل می شود . هزینه صرف شده برای فرایند انجام یافته ، توجیه اقتصادی آنرا مشخص می کند.

بخاطر پایین بودن هزینه واحد محصول خشک شده ، بالا بودن ظرفیت های عملکردی خشک کن و خشک شدن سریع تر و یکنواخت تر محصول توسط خشک کن دوار و مزایای دیگر ، این خشک کن بعنوان مناسب ترین دستگاه انتخاب شد.بررسی های انجام شده در مورد عملکرد کارخانجات کشورهای آلمان و آمریکا ، تائیدی بر این انتخاب بود.

در طراحی خشک کن دوار ، مهم ترین و اساسی ترین جزء که باید تعیین می شد ، طول و قطر استوانه بود. محتوی رطوبت تفاله سیب بالاست و همچنین درصد محتوی رطوبت نهایی محصول جهت نگهداری مطمئن در انبار باید خیلی پایین باشد .بنابراین مقدار رطوبت انتقال یافته به هوای خشک کننده زیاد می باشد. پس برای جلوگیری از عدم اشباع هوای مورد نظر ، باید هوای زیاد بکار برده شود . از سوی دیگر به خاطر سبک بودن ذرات تفاله ، جهت پرهیز از باد بردگی ذرات و عدم توفیق در خشک شدن آنها ، سرعت جریان هوا بایستی در حد پایین نگهداشته شود . در نتیجه انتظار می رفت که در طراحی ، قطر نسبتاً بزرگی لازم باشد تا بتواند مقدار هوای زیادی را با سرعت کم انتقال دهد.جهت اقامت محصول در داخل خشک کن به مدت نسبتاً طولانی طول زیادی از استوانه مورد انتظار بود که در نهایت بعد از محاسبات به این نتیجه یعنی قطر ۳/۲۵ متر و طول ۱۵/۶ متر منجر گردید. گستره ابعاد خشک کن های صنعتی به طور معمول تا طول های ۱۸ متر و قطر ۴/۲۵ متر می باشند . طرح مورد نظر نیز در گستره خشک کن های صنعتی قرار دارد.

حدود ۱۵ مدل جهت تعیین ابعاد خشک کن مورد بررسی قرار گرفت که تحت دو گروه

مدلهای انتقال حرارت و مدلهای زمان اقامت قرار داشتند . از نظر کاربرد، این مدلها هر کدام مزایا و معایب ویژه ای را دارا بودند . مدلهای ابتدایی با وجود اینکه ساده بودند ، ضریب اطمینان کمتری داشتند . با توجه به اینکه بیکر با بررسی در مورد صحت وسقم این مدلها ، بی اعتباری مدلهای ساده را اثبات کرده بود ، از این مدلها استفاده نشد. مدلهای زمان اقامت که به تازگی مورد بررسی قرار گرفته ، در دسترس بودند که دقت عملکرد آنها چندین بار مورد آزمون قرار گرفته و اثبات شده بود ، ولی اشکال اصلی این نوع مدلها پیچیدگی آنها بود و احتیاج به داده هایی داشت که این داده ها باید از طریق واحد آزمایشگاهی و امکانات نسبتاً وسیع مشخص می شدند که این وسایل در داخل کشور ، در دسترس نبود . در نهایت مدل انتقال حرارت که در اکثر کتابهای مهندسی شیمی و مهندسی صنایع غذایی توصیه شده بود مورد استفاده قرار گرفت.

در طراحی و انتخاب ملحقات مورد نیاز ، از روش ها و جداول استاندارد استفاده شد. چرخ دنده ها کاملا منطبق بر استاندارد های توصیه شده ، محاسبه و طراحی شدند. الکتروموتور ـ کاهنده از انواع موجود در بازار که توسط شرکت ماشین سازی ممتاز ساخته می شود انتخاب شد. یاتاقانهای مختلفی وجود دارد که می توان از آنها استفاده نمود ولی نوع پشتی دار که براحتی نصب می شوند ، با توجه مشخصه های بار استاتیکی و دینامیکی وارده انتخاب شد.بر اساس ظرفیت مشعل و دمنده مورد نیاز که مورد محاسبه قرار گرفت ، از کوره های ساخت شرکت پارس خزر می توان استفاده کرد.در صورت عدم دسترسی به سوخت گازی در کارخانجات مزبور ، باید مشعل های گازوئیلی را بکار برد. بخاطر دفع آلودگی های ایجاد شده توسط مواد حاصل از احتراق چنین مشعل هایی ، استفاده از کوره های غیر مستقیم ضروری می باشد.

منابع

۱- پهلوانزاده، حسن - ۱۳۷۷. خشک کردن، اصول، کاربرد و طراحی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

۲- فیاضی، علیرضا -۱۳۷۶. بررسی وضعیت تولید کنسانتره میوه در ایران.بانک کشاورزی، شماره ۶۲. صفحه ۱۰-۱۳

3- Backer, C.G.J.1988.The design of flights in cascading rotary driers . Drying Technology,6(4):631-653.

4- BackerC.G.J.1997.Industrial drying of foods. Blackie Academic and Professional. pp.309.

5- Barrington, S.F., Moueddeb, K.E. and Porter, B. 1997. Improving small - scale composting of apple waste. Canadian Agricultural Engineering, 39(1):9-16.

6- El Boushy, A.R.Y. and Vanderpoal, A.F.B.1994. Poultry feed from waste .Chapman and Hall.pp.436.

7- Fox, G.F. 1984. Economy of apple pomace drying . Confructa Studieh. March/ Aprill: 174-182.

8- Hang,Y.D. 1987. Production of fuels and chemicals from apple pomace. Food Technology , march: 115 – 117.

9-Jewell,W.J. and Cuming , R.J.1984.Apple pomace energy and solid recovery. Journal of Food Science, 49:409-410.

10- Kelly, J.J.1987.Rotary drying. In: A. S. Mujmudar (ed.).Hand book of industrial drying. Marcel Dekker Inc. New York.

11- Langrish, T. A. G., Reay, D. and Bahu,R.E.1988.A investigation into heat transfer in cascading rotary dryers. J. Separ. Proc. Technol., 9:15-20.

12- Matchett, A. J. and Backer, C.G.J. 1987. Particle residence times in cascading rotary dryers, Part 1 _ Derivation of two – stream model .J. Separ .Proc. Technol., 8:11-

13- Matchett,A.J. and sheikh ,M.S.1990. An improved model of particle motion in cascading rotary dryers. Trans. Inst. Chem. Eng., 68(Part A):139-148.

14- Mohsenin, N.N. 1980. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science Publisher, New York.

15- Papadakis, S.E., Langrish, T.A.G., Kemp, I.C. and Bahu, R.E. 1994, Scale-up of cascading rotary dryers. Drying Technology, 6(4): 631- 653.

16- Perry ,R.H. and Green, D.W. 1997. Perry's chemical engineering handbook. Mc Graw Hill Company.

17- Wang, H.J .and Thomas, R.L.1989.Direct use of apple pomace in bakery products. Journal of Food Science, 54(3):618-620

Investigation of apple pomace physical properties and ambient psychrometric characteristics on selection of drier type for apple pomace and it's dimensions.

Abstract

About 460000 tons of apple is being processed in Iran's apple juice plants per year. 225-315 kg of wet pomace is obtained out of each ton of apple pressed in juice producing factories. It can be used in pectin extraction industries, bakery products and calve's ration. For recycling and using of apple pomace, it must be dried. According to research results, rotary drier was selected as the best option .After conducting experiments on apple pomace characteristics i and calculations about ambient conditions and heated air , air intensity was achieved . Considering heat transfer model , The length and diameter of drying unit with a capacity of a ton per hour was calculated.

Key Words :, Apple pomace , Recycling , Drying , Physical characteristic