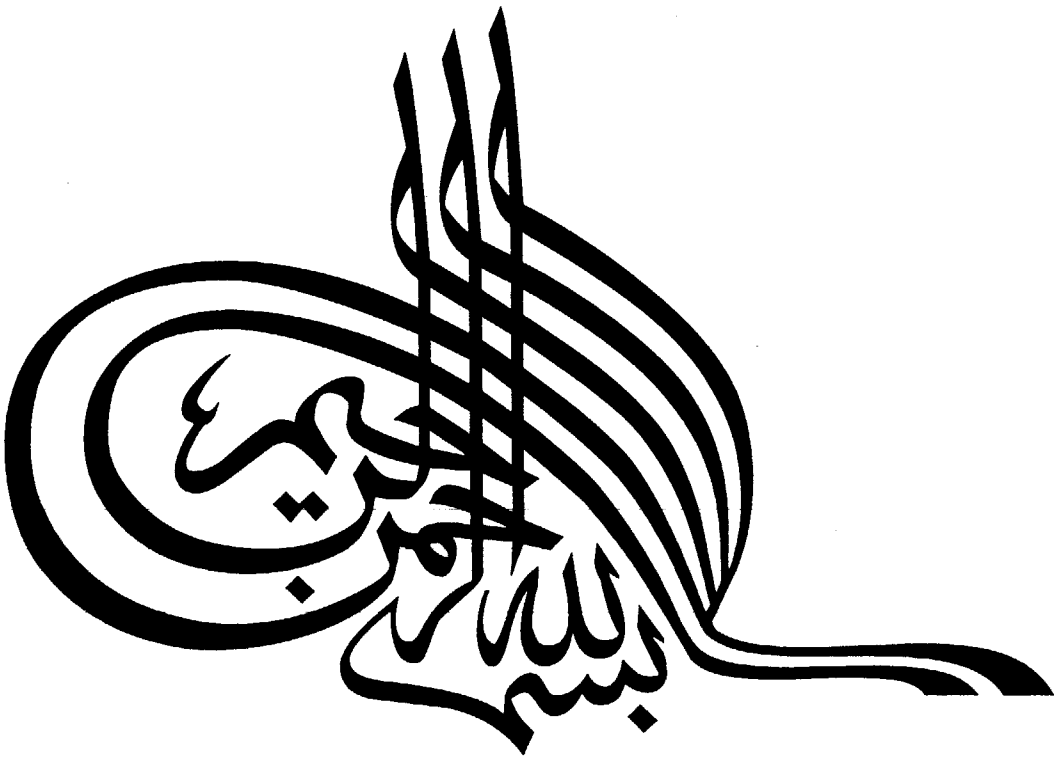

۲۹۹۹۹

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تقدیم مرکز

دانشگاه تبریز

۱۳۸۰ /۷/ ۲۰

دانشکده کشاورزی

گروه مهندسی ماشین های کشاورزی

پایان نامه:

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مکانیزاسیون کشاورزی

عنوان:

طراحی و روش ساخت خشک کن خورشیدی انگور

استاد راهنما:

دکتر ایرج رنجبر

اساتید مشاور:

دکتر بهروز صالح پور- دکتر یحیی عجب شیرچی

پژوهشگر:

هاشم مهرابی

016756
۲۴۴۹۹

تیرماه ۸۰

شماره پایان نامه:۱۷

تقدیم به:

آنهایی که فراتر از حد وظیفه عمل می‌کنند؛
کسانی که در قبال گرفتن عمر، به من علم آموختند؛
کسانی که دانش ما حاصل تلاش آنها است

تقدیم به:

روح پاک پدرم

و مادرم به خاطر فداکاری‌هایشان

تقدیم به:

برادران و خواهران مهربانم؛
که وجود پرمهرشان انگیزهٔ تلاشم بوده است

و تقدیم به کسانی که راهنما، پشتیبان و مشوقم بوده‌اند و آنهایی که دوستشان دارم.

نام خانوادگی دانشجو: مهرابی **نام :** هاشم

عنوان پایان نامه: طراحی و روش ساخت خشک‌کن خورشیدی انگور

استاد راهنما : دکتر ایرج رنجبر

اساتید مشاور: دکتر بهروز صالح‌پور- دکتر یحیی عجب‌شیرچی

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد **رشته :** مهندسی ماشین های کشاورزی **گرایش :** مکانیزاسیون

دانشگاه : تبریز **دانشکده :** کشاورزی **تاریخ فارغ‌التحصیلی :** تیرماه ۸۰ **تعداد صفحه :** ۸۴

کلید واژه‌ها : طراحی ، خشک‌کن خورشیدی ، انگور

چکیده

بر اساس آمارهای موجود، ایران یکی از بزرگترین تولیدکنندگان انگور و صادرکنندگان کشمش در جهان به شمار می رود.

درحال حاضر تهیه کشمش در ایران غالباً به روش سنتی، درشرایط غیر قابل کنترل انجام می‌گیرد؛ که این موضوع علت اصلی پایین بودن کیفیت غذایی و بهداشتی تولیدات کشور نسبت به تولیدات سایر کشورهای صادر کننده و بالا بودن افت محصول درحین دورهٔ خشک شدن می‌باشد. دراین تحقیق؛ طراحی فرآیند خشک کنی، که در طی آن می‌توان با حداقل هزینه و در کوتاه‌ترین زمان ممکن ، محصولی با کیفیت مناسب به دست آورد، مد نظر قرار گرفت. ابتدا برای بدست آوردن پارامترهای طراحی وخشک کنی، آزمایشهایی با استفاده از یک خشک کن آزمایشگاهی انجام گرفت. بر اساس بررسیهای انجام گرفته، نسبت به شرایط موجود، خشک کن مورد نظرِ طراحی از نوع تونلی خورشیدی انتخاب شد. دلیل انتخاب خشک‌کن‌های خورشیدی آن است که، امکان اجرای طرح در مناطقی که انرژی‌های الکتریکی و فسیلی در دسترس نیست نیز وجود داشته باشد و هزینه کاربرد آن کمینه گردد. طراحی دو نوع خشک کن خورشیدی و کمک خورشیدی مورد ملاحظه قرار گرفت. در نوع اول تمام انرژی مورد نیاز ازخورشید تامین می‌شود و مدت زمان یک دورهٔ خشک کنی در آن ۱۸ روز می باشد. خشک کن نوع دوم با استفاده از یک سیستم گرمکن ثانویه با سوخت فسیلی، یک دوره خشک کنی را در مدت زمان حدود۱٦ ساعت کامل می‌کند. طراحی سیستمها بر اساس عملکرد تولید در یک هکتار انجام شده است تا قابلیت تعمیم برای مساحتهای بالاتر وجود داشته باشد.

نامگذاری حروف لاتین

مساحت	$A(m^2)$
سرعت نور	$c = 2/9979 \times 10^8 \ (m.s^{-1})$
گرمای ویژه درفشار ثابت	$C_p(j.kg^{-1}.^oC^{-1})$
ضریب بازده کلکتور	F'
ضریب دفع کلکتور	F_R
گذر حجمی جریان هوا	$G(m^2.s^{-1})$
ضریب انتقال حرارت همرفت	$h_c(W.m^{-2}.^oC)$
ضریب انتقال حرارت تابشی بین صفحه جذب کننده و پوشش	hr_{12}
ضریب انتقال حرارت تابشی بین صفحه جذب کننده و نزدیک ترین سطح به جذب کننده از سمت زیرین	hr_{23}
شدت تابش	$I(W.m^{-2})$
شار حرارتی	$J\ (J..s^{-1})$
ضریب انتقال جرم حجمی	k_M
طول	$L(mm)$
جرم	$m(gr)$
آهنگ انتقال جرم	$\dot{m}(gr.s^{-1})$
آهنگ تبخیر	$n_w(gr.m^2.s^{-1})$
گرمای نهان تبخیر	$Q_l\ (J.kg^{-1})$
زاویه فضایی (استرادیان)	Sr
دمای مطلق	$T(K)$
زمان	$t(s)$
ضریب افت کلکتور	U_l
وزن	$W(N)$
محتوای رطوبت	$X\ (kg.kg^{-1})$
فاصله	$x(mm)$
محتوای رطوبت تعادلی	$X^*(kg.kg^{-1})$

قابلیت جذب حرارتی سطح	α
ضریب جذب	β
قابلیت گسیل طیفی سطح	ε
زاویه برخورد تابش مستقیم با صفحه (درجه)	θ
زاویه سمت‌الراس خورشید (درجه)	θ_z
عرض جغرافیایی (درجه ، دقیقه ، ثانیه)	ϕ
زاویه انحراف خورشید (درجه)	δ
ثابت استفان بولتزمن	$\sigma = ۵/۶۹۹ \times ۱۰^{-۸} \quad (W.m^{-۲}.k^{-۴})$
بازتابندگی	ρ
زاویه فراز خورشید	φ

زیرنویسها

هوا	a
همرفت	c
تعادل	e
نهایی	f
گرما	h
ورودی	i
خروجی	o
برگشتی	r
زمان	t
محتوای رطوبتی مواد	x
حجم	$\mathbf{v}$

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
فصل اول: بررسی منابع	
۱-۱- تعریف واژه‌ها.	۳
۱-۲- پیشینه و هدف از خشک کردن مواد غذایی	٦
۱-۳- مشخصات عمومی انگور	۷
۱-۳-۱- سطح زیر کشت	۱۰
۱-۳-۲- تولید انگور	۱۰
۱-۳-۳- عملکرد انگور	۱۰
۱-٤- روشهای رایج خشک کردن انگور	۱۱
۱-٤-۱- تهیه کشمش آفتابی	۱۱
۱-٤-۲- کشمش سایه خشک	۱۱
۱-٤-۳-کشمش تیزابی (روش قلیایی جوشان)	۱۲
۱-٤-٤- کشمش تیزابی (استفاده ازکربنات پتاسیم و روغن اولعات)	۱۲
۱-٤-٥- تهیه کشمش طلایی	۱۳
۱-٥- استفاده از مواد شیمیایی در فرآیند خشک کردن	۱۳
۱-٦- اصول خشک کردن	۱٦
۱-٦-۱- مکانیزمهای انتقال حرارت و جرم	۱٦
۱-٦-۲- سینتیک خشک کردن مواد غذایی	۱۷
۱-۲-٦-۱- منحنی آهنگ خشک شدن	۱۸

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۲-۲-٦-۱- فرآیند خشک شدن و فعالیت آبی	۲۰
۳-۲-٦-۱- مخلوط کردن جریان هوا	۲۰
٤-۲-٦-۱- احتراق گاز	۲۱
۷-۱- اصول انتقال حرارت	۲۲
۱-۷-۱- هدایت در قطعه‌ای مکعب مستطیلی شکل	۲۳
۲-۷-۱- همرفت طبیعی از سطوح گرم شده به هوای آزاد	۲۳
۳-۷-۱- همرفت طبیعی در فاصلهٔ هوایی بین سطوح موازی	۲٤
٤-۷-۱- انتقال تابشی حرارت از سطوح داغ به فضا	۲٤
۸-۱- اصول انرژی خورشیدی	۲۵
۱-۸-۱- تابش مستقیم و پخش	۲٦
۲-۸-۱- محاسبه میزان تابش خورشیدی	۲٦
۱-۲-۸-۱- میزان تابش درصفحهٔ افقی خارج از جو	۲٦
۲-۲-۸-۱- برآورد میزان تابش برای آسمان صاف استاندارد	۲۷
۳-۲-۸-۱- برآورد مقدار متوسط تابش	۲۷
٤-۲-۸-۱- برآورد تابش مستقیم و پخش	۲۸
۱-٤-۲-۸-۱- تابش مستقیم خورشیدی	۲۸
۲-٤-۲-۸-۱- تابش (شار) پخشی خورشیدی	۳۱
۵-۲-۸-۱- تابش کل بر روی صفحات ثابت شیب دار	۳۰
۹-۱- کلکتورهای خورشیدی	۳۲

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۱۰-۱- دسته‌بندی خشک کن های صنعتی	۳۵
۱-۱۰-۱- خشک‌کن‌های جریان درونی برای محصولات کشاورزی	۳۷
۲-۱۰-۱- خشک‌کن های بستر شناور	۳۸
۳-۱۰-۱- خشک‌کن‌های پاششی	۳۸
٤-۱۰-۱- خشک‌کن‌های تماسی	۳۹
٥-۱۰-۱- خشک‌کن های انجمادی	٤۰
٦-۱۰-۱- خشک‌کن‌های دی‌الکتریک	٤۰
۷-۱۰-۱- خشک‌کن‌های ویژه	٤۱
۱-۷-۱۰-۱- خشک‌کن‌های با انتقال نیوماتیک	٤۱
۲-۷-۱۰-۱- خشک‌کن‌های چرخش سریع	٤۱
۳-۷-۱۰-۱- خشک‌کن‌های دوار	٤۲
٤-۷-۱۰-۱- خشک‌کن‌های سینی‌دار کابینتی، قفسه‌ای و تونلی	٤۲
۱۱-۱- خشک‌کن‌های خورشیدی	٤۳
۱-۱۱-۱- خشک کن‌های خورشیدی طبیعی	٤٤
۲-۱۱-۱- خشک‌کن‌های خورشیدی نیمه صنعتی	٤٥
۳-۱۱-۱- خشک‌کن‌های کمک خورشیدی صنعتی	٤٥
۱۲-۱- اصول انتخاب خشک‌کن	٤٥
هدف	٤۸

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

فصل دوم: مواد و روشها

۲-۱- مشخصات دستگاه مورد استفاده ۵۰

۲-۲- آزمونها واندازه‌گیری ۵۲

۲-۲-۱- اندازه‌گیری درصد رطوبت انگور تازه ۵۲

۲-۲-۲- تیمار شیمیایی محصول ۵۲

۲-۲-۳- رسم منحنی‌های خشک شدن ۵۳

۲-۳- انتخاب نوع خشک‌کن ۵۶

۲-٤- طراحی خشک‌کن‌های خورشیدی انگور ۵۸

۲-٤-۱- خشک‌کن طبیعی (مزرعه‌ای) ۵۸.

۲-٤-۱-۱- واگنها ۵۸

۲-٤-۱-۲- فضای خشک‌کنی ٦۰

۲-٤-۱-۳- محاسبات کلکتور ٦۰

۲-٤-۱-٤- محاسبه دمای فضای خشک‌کنی ٦۲

۲-٤-۱-۵- بازده کلکتور. ٦۲

۲-٤-۱-۵- محاسبات انرژی و برآورد زمان خشک‌شدن ٦٤

۲-٤-۲- خشک‌کن صنعتی ٦۵

۲-٤-۲-۱- اجزای سیستم خشک‌کنی ٦٦

الف: محفظهٔ خشک‌کنی ٦۷

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
ب: سیستم گرمکن کمکی	٦٧
ج: دمنده ها	٦٨
د: انتخاب گرمکن و دمنده‌ها	٦٩

فصل سوم: نتایج و بحث

۱-۳- آزمونهای آزمایشگاهی	۷۰
۲-۳- نتایج محاسبات وطراحی	۷۱
۱-۲-۳- خشک‌کن خورشیدی طبیعی	۷۱
۲-۲-۳- خشک‌کن کمک خورشیدی (صنعتی)	۷۲
۳-۳- جمع‌بندی نتایج	۷۹
٤-۳- پیشنهادات	۸۰
منابع مورد استفاده	۸۱
چکیده انگلیسی	۸٤
ضمیمه‌ها	۸۵

مقدمه

کشور ما یکی از تولیدکنندگان مهم انگور در دنیا است. قسمت اعظم انگور تولیدی کشور تبدیل به کشمش شده و صادر می‌شود بطوریکه این محصول بعد از پسته مهمترین خشکبار صادراتی ایران است. بر اساس آمارهای منتشر شده در سالهای اخیر، ایران جزء بزرگترین صادرکنندگان کشمش جهان است وچندین کشور صنعتی در این زمینه برای کشور ما رقیب محسوب می‌شوند(٦). دراین کشورها در سالهای اخیر تحقیقات فراوانی از جنبه‌های گوناگون ازجمله بالا بردن کیفیت محصول و ایمن سازی فرآوری آن انجام گرفته است. نتیجه این فعالیتها منجر به بالا رفتن سهم این کشورها از بازارهای جهانی شده است. به دلیل اینکه تهیه کشمش در ایران در شرایط کنترل نشده و تقریباً سنتی انجام می‌گیردکیفیت محصول تولیدی پایین و افت ناشی از شرایط آب و هوایی ناسازگار و حیوانات بالا است. در برخی سالها این افت تا ۸۰٪ نیز گزارش شده است(۵).

افت نسبی کیفیت غذایی و بهداشتی محصول تولیدی کشور ما تاحدی است که در سال ۱۳۷۹ازلحاظ درجه بندی، تولیدات ایران درجه ۳ شناخته شد که منجر به کاهش شدید قیمت محصول در بازار جهانی و از دست دادن بسیاری از مشتریان شد.بنابراین اگر ما علاقه‌مند به حفظ جایگاه کشور در بازارهای جهانی و جلوگیری از کاهش قیمت هستیم، باید که به فکرجایگزین کردن روشی باشیم که در آن فرآیند خشک کردن انگور با کیفیتی قابل قبول در شرایطی کاملاً کنترل شده با حداقل هزینهٔ ممکن انجام گیرد.

امروزه از خشک‌کن‌های صنعتی برای خشک کردن محصولات کشاورزی، دارویی و صنعتی به وفور استفاده می‌شود. انواع خشک‌کنها و تنوع روشهای خشک‌کنی به قدری است که دسته‌بندی آنها بر پایهٔ یک روش خاص تقریباً مشکل است(۷). بر اساس شرایط آب و هوایی و اقتصادی کشور ما و با توجه به فراوان بودن انرژی لایزال خورشیدی در مناطق مو خیز کشور و با توجه به نبود راههای ارتباطی مناسب در باغهای انگور و عدم دسترسی به انرژی برق، استفاده از خشک‌کنهای خورشیدی

مناسب به نظر می‌رسد. خصوصیت منحصر به فرد این خشک‌کن‌ها، هزینه کاربرد کم، عدم آلایندگی محصول و محیط زیست، ارزان بودن انرژی و انعطاف پذیری در استفاده از انرژی جمع‌آوری شده در آنها می‌باشد.

از قابلیتهای دیگر این خشک کن ها امکان استفاده از سیستم گرمکن کمکی است تا در مواقعی که انرژی خورشیدی مورد نیاز در طول دورهٔ خشک‌کنی کفایت نکند از آنها جهت بالا بردن آهنگ تبخیرو در نتیجه کاهش زمان خشک شدن استفاده کرد.

فصل اول

بررسی منابع

۱-۱- تعریف واژه‌ها

آنتالپی یک مخلوط گاز- بخار، H': عبارت است از مجموع آنتالپی‌های گاز و محتوای بخار آن (۱۸).

رطوبت نسبی: عبارت است از نسبت بین فشار جزیی بخار آب در سیستم و فشار بخار آب در شرایط اشباع(۱۸).

گرمای مرطوب، C_s : مقدار گرمای لازم جهت بالا بردن دمای یک کیلوگرم هوای خشک و رطوبت همراه آن به میزان یک درجه سانتیگراد می‌باشد(۷).

دمای اشباع آدیاباتیک، T_{sat}: دمایی که در آن بین گاز غیراشباع و مایع در حال تبخیر، تحت شرایط آدیاباتیک (بی‌دررو) تعادل بر قرار می‌شود(۱٦).

دمای حباب‌تر، T_w: دمای مایع، وقتی که با حجم زیادی از مخلوط بخار هوای در تماس با آن به تعادل می‌رسد. در خشک کردن کاملاً همرفتی، سطح خشک شدن در حین دورهٔ خشک شدن با آهنگ ثابت به دمای حباب‌تر می‌رسد(۷).

دمای حباب خشک، T_d: دمای اندازه گیری شده به وسیله یک دماسنج معمولی که در مخلوط هوا بخار قرار داده شده است(۷).

درصد رطوبت تعادلی ، X^*: در یک دما و فشار معین، درصد رطوبت مادهٔ جامد مرطوب که با مخلوط بخار هوا در تعادل است(۱۸).

دورهٔ خشک شدن با آهنگ ثابت، R_c: دوره‌ای که در آن تحت شرایط ثابت، میزان تبخیر به ازای سطح خشک شدن، ثابت است(دورهٔ خشک‌شدن رطوبت سطحی) (۳۲).

دورهٔ خشک شدن با آهنگ نزولی، R_f: دورهٔ خشک شدن (تحت شرایط ثابت خشک شدن) که در آن، آهنگ خشک شدن همراه با زمان، بطور پیوسته کاهش می‌یابد(۳۲).

فعالیت آبی، X_f : نسبت فشار بخاری که توسط آب موجود در جامد اعمال می‌شود، به فشار بخار آب خالص در همان دما(۱۸).

رطوبت آزاد، X_f : میزان رطوبت محصول، که در دما و رطوبت معین هوا بیشتر از مقدار رطوبت تعادلی است(۱۸).

رطوبت غیر محصور: رطوبت موجود در مادهٔ جامد، که فشار بخاری معادل با فشار بخار مایع خالص در همان دما ایجاد می‌کند(١٤).

رطوبت مطلق: برابر جرم بخار آب به ازای واحد جرم گاز خشک می‌باشد(۱۸).

جسم سیاه : هر جسمی که سطح آن تمام اجزای ترکیبی تابش الکترومغناطیس تابیده شده را بدون در نظر گرفتن طول موج یا جهت تابش جذب کند(١٤).

جسم سفید : هر جسمی که سطح آن کلیهٔ اجزای ترکیبی تابش الکترومغناطیس تابیده شده را بدون توجه به طول موج و جهت تابش منعکس کند. در واقع هیچ جسمی کاملاً سفید یا کاملاً سیاه نیست(١٤).

شرایط اشباع : هنگامیکه یک گاز، بیشینه مقدار بخار را درون خود نگه داشته است گفته می‌شود که در حالت اشباع است(١٦).

گسیلندگی، ε : عبارت است از نسبت انرژی گسیل شده از یک سطح واقعی به انرژی گسیل شده از یک جسم سیاه در دمای یکسان(۱۰).

ضریب جذب، β: کسری از تابش فرودی است که توسط سطح جذب می شود (۱۰).