١١٥٤٢٣

دانشکده کشاورزی

طراحی و ساخت خشک کن خورشیدی

پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی

امین لطفعلیان دهکردی

استاد راهنما

دکتر محمدعلی قضاوی

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک
۱۳۸۸/۴/۳۰

۱۳۸۸

۱۱۵۴۲۳

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد مکانیک ماشینهای کشاورزی آقای امین لطفعلیان دهکردی

تحت عنوان

طراحی و ساخت خشک کن خورشیدی

در تاریخ ۱۳۸۸/۲/۲۶ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر محمدعلی قضاوی
۲-استاد مشاور پایان نامه	دکتر رحیم ابراهیمی
۳- استاد مشاور پایان نامه	مهندس شاهین بشارتی
۴ - استاد داور	دکتر عالم رجبی
۵ – استاد داور	دکتر علی ملکی

رییس تحصیلات تکمیلی دانشکده دکتر مجید اولیاء

تشکر و قدردانی:

خدای بزرگ و مهربان را بخاطر الطاف بیکرانش سپاسگزارم. بی شک شکرگزاری خدای متعال فراتر از جملات و کلمات است.

تشکر و سپاس فراوان از استاد علم و اخلاق جناب آقای **دکتر محمدعلی قضاوی** که در طول دوره تحصیل اینجانب در دانشگاه شهرکرد افتخار شاگردی ایشان را داشته ام. و انجام این پایان نامه مرهون راهنمایی های علمی و عالمانه ایشان بوده است. یاد این استاد فرهیخته همیشه در قلبم جای دارد و اخلاق و منش ایشان سرلوحه زندگیم است. برای ایشان و خانواده گرامیشان آرزوی سلامتی،سعادت و سربلندی میکنم.

تشکر میکنم از اساتید محترم گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی دانشگاه شهرکرد آقایان دکتر ابراهیمی، دکتر قنبریان و مهندس بشارتی که زحمات زیادی جهت آموزش اینجانب کشیده اند.

سپاس فراوان از داوران محترم پایان نامه آقایان **دکتر عالم رجبی** و **دکتر علی ملکی** که زحمت بازبینی و مطالعه پایان نامه را متحمل شدند.

تشکر و سپاس از جناب آقای **دکتر مجید اولیاء** که همواره با صبر و متانت امور دانشجویان تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی را مدیریت کرده اند.

و مراتب تشکر خود را از همه کسانی که در جلسه دفاع پایان نامه اینجانب حضور داشته اند اعلام میدارم. همچنین از همکلاسیهای خوب و مهربانم آقایان اباذر محمدی و محسن عامری و خانمها سابجی و کرمی که دوره کارشناسی ارشد را با کمک و همکاری یکدیگر به پایان رساندیم تشکر و قدردانی مینمایم.

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع
این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه شهرکرد است.

تقدیم به:

پدر و مادرم

و

رهپویان حقیقی علم و دانش، آنانکه با تلاش خستگی ناپذیر قله های رفیع علم و دانش را فتح کردند، از مجهولات کاستند، بر معلومات افزودند و زمینه آسایش بشر را فراهم کردند.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
تصویب نامه	**سه**
تشکر و قدردانی	چهار
واگذاری حقوق	پنج
تقدیم اثر	شش
فهرست مطالب	هفت
فهرست اشکال	ده
فهرست جداول	دوازده
نمادها	سیزده
چکیده	۱
فصل اول- مقدمه و تاریخچه تحقیق	۲
۱-۱ مقدمه	۲
۱-۲ تاریخچه طراحی و ساخت خشک کن های خورشیدی	۴
۱-۳ اهداف اصلی طرح	۱۷
۱-۴ مراحل کار	۱۸
فصل دوم- بررسی منابع	۱۹
۲-۱ مقدمه	۱۹
۲-۲ طبقه بندی انواع دستگاه‌های خشک کن خورشیدی	۲۰
۲-۳ انواع خشک کن های خورشیدی غیر فعال	۲۱
۲-۳-۱ خشک کن های غیر فعال مستقیم	۲۱
۲-۳-۲ خشک کن های غیر فعال غیرمستقیم	۲۱
۲-۳-۳ خشک کن های غیرفعال مختلط	۲۲
۲-۴ انواع خشک کن های خورشیدی فعال	۲۳
۲-۴-۱ خشک کن خورشیدی فعال غیرمستقیم	۲۳
۲-۴-۲ خشک کن خورشیدی فعال مختلط	۲۳
۲-۵ بررسی دستگاههای خشک کن خورشیدی ساخته شده در داخل	۲۴
۲-۶ اطلاعات جمع آوری شده در خصوص شرایط منطقه ای که دستگاه در آن کار میکند	۲۵
۲-۶-۱ دمای هوا	۲۵
۲-۶-۲ تعداد روزهای یخبندان	۲۶
۲-۶-۳ شدت تابش در استان چهارمحال و بختیاری (شهرکرد)	۲۶
فصل سوم- طراحی دستگاه	۲۹
۳-۱ مقدمه	۲۹
۳-۲ تعریف طراحی	۲۹

۳-۲-۱ طراحی به معنای عام ۲۹
۳-۲-۲ طراحی در مهندسی مکانیک ۳۰
۳-۳ روشهای طراحی ۳۰
۳-۳-۱ طراحی ابتکاری ۳۱
۳-۳-۲ طراحی اقتباسی ۳۲
۳-۳-۳ طراحی گونه ها ۳۲
۳-۴ مراحل طراحی ۳۳
۳-۵ بخش های اساسی خشک کن خورشیدی ۳۶
۳-۶ مدلسازی ریاضی خشک کن خورشیدی ۳۷
۳-۶-۱ جمع کننده خورشیدی ۳۷
۳-۶-۲ محفظه خشک کن ۳۹
۳-۶-۳ دودکش ۴۳
۳-۷ تعیین ابعاد خشک کن ۴۶

فصل چهارم- مواد و روش اجرا **٤٧**
۴-۱ مواد و روش اجرا ۴۷
۴-۲ جمع کننده خورشیدی ۴۸
۴-۳ محفظه خشک کن ۵۱
۴-۳-۱ قطعاتی که بر اساس نمای جانبی باید برش داده شوند ۵۴
۴-۳ -۲ قطعاتی که بر اساس نمای روبرو باید برش داده شوند ۵۴
۴-۳-۳ قطعه ترکیبی از نماهای بالا و جانبی ۵۴
۴-۳-۴ مرحله اتصال قطعات ۵۴
۴-۳-۵ کفی محفظه خشک کن ۵۶
۴-۳-۶ پشت محفظه خشک کن ۵۶
۴-۴ کلاهک دودکش ۵۷
۴-۴-۱ پایه های کلاهک دودکش ۵۷
۴-۵ شاسی خشک کن ۵۸
۴-۵-۱ رویه شاسی ۵۸
۴-۶ تنظیم زاویه جمع کننده ۵۹

فصل پنجم- آزمایش و ارزیابی دستگاه **٦١**
۵-۱ آزمایش دستگاه ۶۱
۵-۲ اندازه گیری تغییرات نزولی دمای داخل محفظه خشک کن نسبت به دمای محیط ۶۳
۵-۳ خشک کردن لیمو ۶۴
۵-۴ محاسبه درصد رطوبت بر پایه وزن خشک ۶۸
۵-۵ محاسبه درصد رطوبت بر پایه وزن تر ۷۰

فهرست مطالب

فصل ششم- بحث و نتیجه گیری ۷۲

۶-۱ بحث و نتیجه گیری ۷۲

۶-۲ پیشنهادات ۷۳

منابع مورد استفاده ۷٤

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
فصل اول- مقدمه و تاریخچه تحقیق	
۱- ۱ نمایی از خشک کن فریرا و همکاران	۴
۱- ۲ چوب خشک کن خورشیدی	۵
۱- ۳ نمای از خشک کن ارایه شده توسط دیلیپ جین	۶
۱- ۴ خشک کن خورشیدی خانگی چند طبقه	۷
۱- ۵ خشک کن خورشیدی با قابلیت تغییر زاویه رویه جمع کننده	۷
۱- ۶ خشک کن خورشیدی ساخته شده متشکل از ۶ گرمکن مجزا	۸
۱- ۷ خشک کن خورشیدی کابینتی مختلط	۹
۱- ۸ نمایی از یک خشک کن خورشیدی فعال	۹
۱- ۹ نمایی از خشک کن خورشیدی بنامون و بلهامری	۱۰
۱- ۱۰ خشک کن خورشیدی با جمع کننده های سقفی	۱۱
۱- ۱۱ خشک کن خورشیدی مجهز به سیستم پشتیبانی با بیوگاز	۱۱
۱- ۱۲ تصویری از خشک کن خورشیدی فعال سارساوادیا	۱۲
۱- ۱۳ خشک کن خورشیدی از نوع تونلی	۱۳
۱- ۱۴ نمایی از خشک کن خورشیدی گلخانه ای	۱۳
۱- ۱۵ تصویر مدلسازی شده از خشک کن خورشیدی تونلی ساسیلیک و همکاران	۱۴
۱- ۱۶ خشک کن مختلط غیرفعال، مجهز به سامانه های کنترل هوشمند رایانه ای	۱۵
۱- ۱۷ نمایی از یک دستگاه خشک کن خورشیدی کابینتی غیر فعال مستقیم	۱۶
۱- ۱۸ خشک کن غیرفعال مستقیم از نوع سقف شیشه ای	۱۶
۱- ۱۹ خشک کن فعال مختلط از نوع تونلی	۱۷
فصل دوم- بررسی منابع	
۲-۱ خشک کن خورشیدی غیر فعال مختلط	۲۲
۲-۲ خشک کن خورشیدی فعال غیر مستقیم با سبدهای چند لایه	۲۳
۲-۳ نقشه استان چهارمحال و بختیاری با شاخص دما	۲۶
۲-۴ نمودار شدت تابش خورشیدی در ماههای مختلف سال ۱۳۸۷	۲۸
فصل سوم- طراحی دستگاه	
۳-۱ روش طراحی مهندسی	۳۰

۳-۲ روند حل مسئله در روش طراحی مهندسی ۳۵
۳-۳ نمودار تاثیر طول جمع کننده بر دبی جریان هوا ۳۹
۳-۴ شرایط مرزی ψ روی محفظه خشک کن ۴۲
۳-۵ شرایط مرزی ω در دیواره محفظه خشک کن ۴۲
۳-۶ نمودار تاثیر ارتفاع دودکش بر دبی جریان هوا ۴۵

فصل چهارم- مواد و روش اجرا

۴-۱ محل اتصال دو قسمت جمع کننده بوسیله لولا ۴۸
۴-۲ ورق آهن جمع کننده ۵۰
۴-۳ شیشه های جمع کننده ۵۱
۴-۴ نمای روبرو از محفظه خشک کن ۵۲
۴-۵ نمای جانبی محفظه خشک کن ۵۳
۴-۶ نمای بالایی محفظه خشک کن ۵۳
۴-۷ قطعات متصل شده ۵۵
۴-۸ حوه قرار گیری کشوها درون محفظه ۵۵
۴-۹ قسمت پشت محفظه خشک کن ۵۶
۴-۱۰ کلاهک و پایه کلاهک دودکش ۵۷
۴-۱۱ محفظه خشک کن، دودکش، کلاهک دودکش ۵۷
۴-۱۲ شاسی خشک کن ۵۸
۴-۱۳ تنظیم زاویه جمع کننده خورشیدی ۵۹
۴-۱۴ نمایی از خشک کن ساخته شده در این پژوهش ۶۰

فصل پنجم- آزمایش و ارزیابی دستگاه

۵-۱ نمودار تغییرات صعودی دمای داخل محفظه خشک کن نسبت به تغییر دمای محیط ۶۲
۵-۲ نمودار تغییرات نزولی دمای داخل محفظه خشک کن نسبت به تغییر دمای محیط ۶۴
۵-۳ نمایی از لیموها داخل ظروف ۶۵
۵-۴ نمایی از وزن کردن لیموها ۶۵
۵-۵ نمایی از لیموها داخل محفظه خشک کن ۶۶
۵-۶ نمودار مربوط به کاهش وزن لیموها نسبت به زمان ۶۷
۵-۷ نمودار مربوط به وزن آب تبخیر شده نسبت به زمان ۶۸
۵-۸ تصویری از لیموها در آخرین مراحل خشک شدن ۶۹
۵-۹ تصویری از لیموها پس از خشک شدن در اون ۶۹
۵-۱۰ نمودار درصد رطوبت بر پایه وزن تر نسبت به زمان ۷۱

فهرست جداول

عنوان	صفحه
فصل دوم- بررسی منابع	
۲-۱ داده های مربوط به زاویه ارتفاع خورشید و شدت تابش خورشیدی در ماههای مختلف سال ۱۳۸۷	۲۷
فصل سوم- طراحی دستگاه	
۳-۱ پارامترهای معادلات چرخش، انرژی و جریان	۴۱
فصل چهارم- مواد و روش اجرا	
۴-۱ ظرفیت گرمایی ویژه سه فلز رایج	۴۹
فصل پنجم- آزمایش و ارزیابی دستگاه	
۵-۱ تغییرات دمای محیط و دمای داخل محفظه خشک کن	۶۱
۵-۲ تغییرات نزولی دمای محفظه خشک کن نسبت به کاهش دمای محیط	۶۳
۵-۳ وزن لیموها نسبت به زمان و وزن آب تبخیر شده نسبت به زمان در مدت خشک شدن	۶۶
۵-۴ درصد رطوبت بر پایه وزن تر نسبت به زمان	۷۱

نمادها

علامت	شرح	واحد
A_{ci}	سطح مقطع ورود به محفظه خشک کن	متر مربع
C_p	ضریب حرارتی مخصوص هوا	ژول بر کیلوگرم در درجه کلوین
h	آنتالپی	ژول بر کیلوگرم
h_{af}	ضریب انتقال حرارت جابجایی از سطوح پوشش و جاذب جمع کننده به جریان هوا	وات بر متر مربع در درجه کلوین
h_{ca}	ضریب انتقال حرارت جابجایی از سطوح پوشش و جاذب جمع کننده به اتمسفر	وات بر متر مربع در درجه کلوین
h_{rp}	ضریب انتقال حرارت تشعشعی از سطح جاذب به پوشش	وات بر متر مربع در درجه کلوین
h_{rc}	ضریب انتقال حرارت تشعشع از پوشش جمع کننده به آسمان	وات بر متر مربع در درجه کلوین
h_i	ضریب انتقال حرارت جابجایی داخل دودکش	وات بر متر مربع در درجه کلوین
h_e	ضریب انتقال حرارت جابجایی خارج دودکش	وات بر متر مربع در درجه کلوین
I	تشعشع خورشیدی عمود بر سطح جمع کننده	وات بر متر مربع
k	ضریب هدایت حرارتی هوا	وات بر متر مربع در درجه کلوین
k_{cn}	ضریب هدایت حرارتی دیواره دودکش	وات بر متر مربع در درجه کلوین
L	ارتفاع دودکش	متر
$\dot{m}$	دبی جریان هوا	کیلوگرم بر ثانیه
ΔP_b	اختلاف فشار بر اثر نیروی بویانسی	پاسکال
ΔP_f	افت فشار بر اثر افت مسیر	پاسکال
ΔP_{tf}	افت فشار در کل خشک کن بر اثر افت مسیر	پاسکال
P	محیط مقطع دودکش	متر
Pr	عدد پرانتل	-
Ra	عدد رایلی	-
Re	عدد رینولدز	-
f	فاصله هوایی بین سطح پوشش و سطح جاذب جمع کننده	متر
t_{ch}	ضخامت دیواره دودکش	میلیمتر
T	دمای جریان هوا	درجه سانتیگراد
T_{am}	دمای محیط	درجه سانتیگراد
T_c	دمای سطح پوشش جمع کننده	درجه سانتیگراد
T_p	دمای سطح جاذب جمع کننده	درجه سانتیگراد
T_s	دمای آسمان	درجه سانتیگراد

T_{colle}	دمای جریان هوا در خروج از جمع کننده	درجه سانتیگراد
T_{chi}	دمای جریان هوا در ورود به دودکش	درجه سانتیگراد
T_{che}	دمای جریان هوا در خروج از دودکش	درجه سانتیگراد
T_{dp}	دمای نقطه شبنم	درجه سانتیگراد
U	ضریب انتقال حرارت کلّی	وات بر متر مربع در درجه کلوین
u	مولفه سرعت جریان در جهت x	متر بر ثانیه
V	مولفه سرعت جریان در جهت y	متر بر ثانیه
w	پهنای جمع کننده	متر
w`	پهنای محفظه خشک کن	متر
α_{cs}	ضریب جذب موج کوتاه برای سطح پوشش جمع کننده	-
α_{ps}	ضریب جذب موج کوتاه برای سطح جاذب جمع کننده	-
β	زاویه نصب جمع کننده	درجه
β`	ضریب انبساط حجمی هوا	بر کلوین
ε_{cl}	ضریب انتشار موج بلند برای سطح پوشش جمع کننده	-
ε_{pl}	ضریب انتشار موج بلند برای سطح جاذب جمع کننده	-
ρ_{cs}	ضریب انعکاس موج کوتاه برای سطح پوشش جمع کننده	-
ρ_{ps}	ضریب انعکاس موج کوتاه برای سطح جاذب جمع کننده	-
ρ	دانسیته	کیلوگرم بر مترمکعب
τ_{cs}	ضریب عبور موج کوتاه برای سطح پوشش جمع کننده	-
σ	ضریب استفان-بولتزمن	وات بر متر مربع در درجه کلوین به توان چهار
υ	ویسکوزیته سینماتیکی	متر مکعب بر ثانیه
μ	ویسکوزیته	متر مکعب بر ثانیه
ω	تابع چرخش سیال	-
ψ	تابع جریان سیال	-
ξ	ضریب افت فشار دینامیکی	-
ρ_{am}	دانسیته هوا در دمای محیط	کیلوگرم بر متر مکعب
M_d	درصد رطوبت محصول بر پایه ماده خشک	درصد
M_w	درصد رطوبت محصول بر پایه وزن ماده تر	درصد
W_t	وزن کل محصول (نمونه)	گرم
W_w	وزن آب موجود در آخرین مرحله خشک کردن	گرم
W_d	وزن ماده خشک	گرم

چکیده

خشک کردن محصولات کشاورزی یکی از مهمترین فعالیتها جهت نگهداری موادغذایی میباشد. اهمیت این موضوع ازیک سو و صرفه جویی در مصرف سوخت از سوی دیگر طراحی سیستمی جهت خشک کردن موادغذایی با انرژی خورشیدی را اقتصادی ومهم نشان می دهد. اگرچه خشک کردن موادغذایی بصورت سنتی و در محوطه باز در معرض نور خورشید یک روش قدیمی و نسبتا مفید در مناطق روستایی است، ولی این روش نمی تواند از مواد غذایی در برابر حمله پرندگان، حشرات، خطر بارانزدگی و کپک زدگی محافظت نماید . بعلاوه اینکه این روش به فضا و زمان زیادی جهت خشک کردن نیاز دارد، بنابراین ممکن است میزان تلفات موادغذایی خیلی بالا رود، لذا این نحوه خشک کردن اقتصادی نمیباشد خشک کردن با خشک‌کن خورشیدی یک روش خوب برای کم کردن رطوبت مواد غذایی بوده که جهت جلوگیری از تخریب آنها بکار میرود.

امروزه خشک‌کن‌های خورشیدی متعددی در جهان و کشور ساخته شده که با توجه به خلاقیت فکر مهندسان و مخترعان این سیستمها هر یک مزایا و معایب خاص خود را دارند و همواره در حال تکاملند. در این پژوهش پس از مطالعه منابع مختلف و بررسی نتایج کار سایر محققان، اطلاعات فنّی در مورد انواع خشک کنهای خورشیدی استخراج شده و پس از تلفیق با روشهای تجربی طراحی و ساخت یک خشک کن خورشیدی غیر فعال و غیرمستقیم به روش طراحی مهندسی مدنظر قرار گرفت و پس از ساخت، خشک کن بصورت خالی و پر (محصول لیمو) مورد آزمایش قرار گرفت و نتایج حاصل از آن بصورت نمودار ارایه شد.

فصل اول

مقدمه و تاریخچه تحقیق

۱-۱) مقدمه

استفاده از انرژی خورشیدی قدمتی برابر با حضور انسان روی زمین دارد، امروزه زندگی روزمره مردم وابسته به تولید و مصرف انرژی است؛ لذا عرضه و تقاضای آن در جوامع بشری به طور مستمر رو به افزایش است. در حال حاضر ۷۷ درصد کل انرژی مصرفی جهان را سوختهای فسیلی تامین میکنند که با تولید گازهای آلاینده و گلخانه ای در فرآیند تبدیل و در نتیجه تخریب لایه ازن،محیط زیست را به شدت مورد تهدید قرار داده و موجب گرم شدن بیشتر دمای کره زمین می شوند. بنابراین به منظور حفظ محیط زیست ،توجه به انرژیهای جایگزین (انرژیهای نو) ضروری به نظر میرسد[۱ و۱۵].

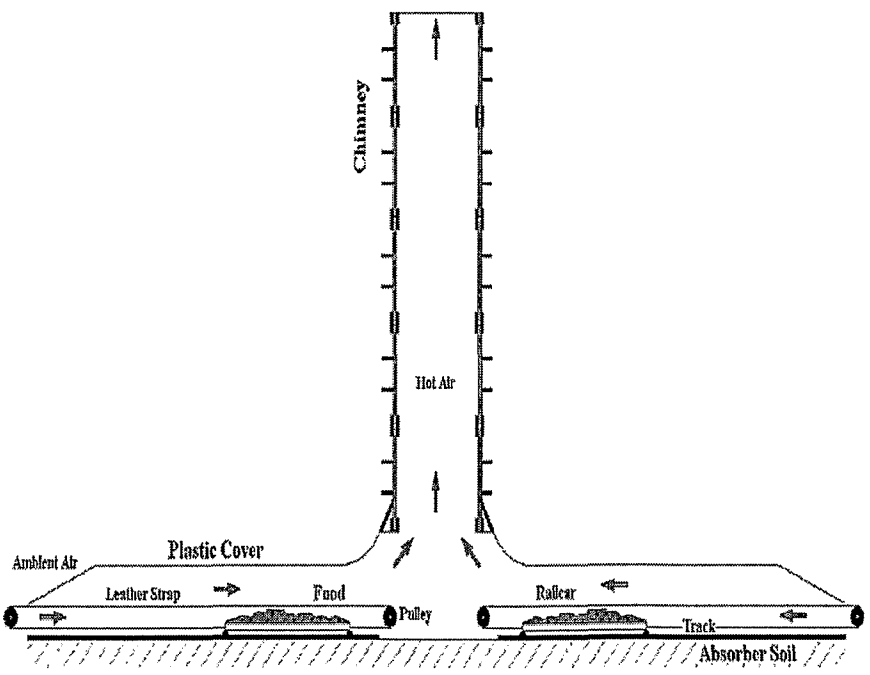
انرژی خورشیدی یکی از مهمترین انوع انرژیهای نو است. این انرژی به عنوان یک منبع انرژی تجدیدپذیر، یکی از مهمترین گزینه های جایگزین برای سوختهای فسیلی بشمار می آید که نگرانیهای بشر را در مورد پایانپذیری، افزایش آلودگیهای ناشی از تبدیل آن به انرژیهای دیگر و... برطرف کرده است. خورشید نه تنها خود منبع عظیم انرژی است، بلکه سرآغاز حیات و منشا تمام انرژیهای دیگر نیز میباشد. طبق برآوردهای علمی در حدود ۶۰۰۰ میلیون سال از تولد این گوی آتشین میگذرد و در هر ثانیه ۴/۲ میلیون تن از جرم خورشید به انرژی تبدیل میشود که با وجود اینکه تنها قسمت اندکی از این انرژی به زمین میرسد ولی همین مقدار اندک هم ۱۰۰۰۰ برابر کل مصرف انرژیهای سالیانه بر روی زمین است که این مطلب نشان دهنده اهمیت توجه به این منبع عظیم انرژی برای تامین نیازهای انرژی زندگی بشر است. خوشبختانه کشور ما به دلیل موقعیت ویژه جغرافیایی،توان بالایی در دریافت انرژی خورشیدی دارد، بطوریکه میانگین سالانه تابش خورشیدی در کشور ۵ کیلووات ساعت در روز برآورد شده است. این رقم در مقایسه با دیگر کشورها بسیار قابل ملاحظه است [۲و۳و۴]، بنابراین میتوان با

استفاده از انرژی خورشیدی در مناطق مختلف کشور در زمینه خشک کردن محصولات کشاورزی ضمن بهره مندی از این انرژی رایگان و حفظ ذخایر فسیلی برای نسلهای آینده،آلودگیهای زیست محیطی حاصل از سوختهای فسیلی را کاهش داد و زمینه را برای ایجاد توسعه پایدار در کشاورزی کشور فراهم نمود [۵].

خشک کردن محصولات کشاورزی یکی از مهمترین فعالیتها جهت نگهداری موادغذایی میباشد [۱۶]، اهمیت این موضوع از یک طرف و صرفه جویی در مصرف سوخت ازسوی دیگر طراحی سیستمی جهت خشک کردن خورشیدی موادغذایی را اقتصادی و مهم جلوه میدهد. اگرچه خشک کردن موادغذایی بصورت سنتی و در محوطه باز در معرض نور خورشید یک روش قدیمی و نسبتا مفید در مناطق روستایی است، ولی این روش نمیتواند از موادغذایی در برابر حمله پرندگان، حشرات، خطر باران زدگی و کپک زدگی محافظت نماید. بعلاوه اینکه این روش به فضا و زمان زیادی جهت خشک کردن موادغذایی نیاز دارد، بنابراین ممکن است میزان تلفات موادغذایی خیلی بالا رود، لذا این نحوه خشک کردن اقتصادی نمیباشد [۱۷]. خشک کردن با خشک‌کن خورشیدی یک روش خوب برای کم کردن رطوبت موادغذایی بوده که جهت جلوگیری از تخریب آنها بکار میرود [۱۸].

۱-۲) تاریخچه طراحی و ساخت خشک‌کن‌های خورشیدی

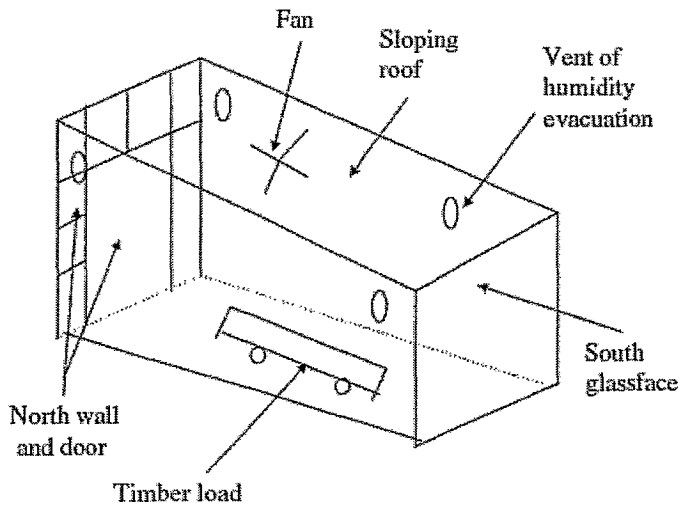
فریرا[1] و همکاران(۲۰۰۷) در کشور برزیل بر روی طراحی یک دودکش خورشیدی برای خشک کردن محصولات تحقیق کرده اند. شکل(۱-۱). در این روش خشک کردن محصولات کشاورزی از طریق ایجاد جریان همرفتی با استفاده از دودکش خورشیدی مورد مطالعه قرار گرفته است. برای این منظور یک دودکش با ارتفاع معین بر روی زمین استقرار یافته سپس اطراف آن با پوششی پلاستیکی احاطه شده است که زیر پلاستیک نیز محصولات قرار گرفته اند، با تابش خورشید به این سطح چون اختلاف دما بین زیر پلاستیک و محیط زیاد میشود جریان همرفتی بطرف دودکش هدایت میشود. بر پایه این تحقیق به این نتیجه رسیده‌اند که ارتفاع دودکش رابطه مستقیمی با بهبود عملکرد خشک‌کن دارد [۱۹].



شکل ۱-۱- نمایی از خشک‌کن فریرا و همکاران

1- Ferreira

بنتایب و همکاران[1] (۲۰۰۶)، در کشور مراکش مدل و شبیه سازی یک چوب خشک‌کن خورشیدی را ارائه دادند؛ در این مدل سازه ای ارائه شده است که مجهز به دو درب شمالی و جنوبی است. شکل (۱-۲).که درب شمالی جهت قرار دادن چوب و یک خروجی رطوبت در سقف است. همچنین در طراحی آن از یک فن[2] نیز به منظور به جریان انداختن هوا استفاده شده است عمکرد آن بدین صورت است که به صورت شمالی جنوبی مسقر شده و هوا از درب شمالی وارد شده و به کمک فن از روزنه ای که بمنظور خروج رطوبت در سقف تعبیه شده از سقف خارج میشود [۲۰].

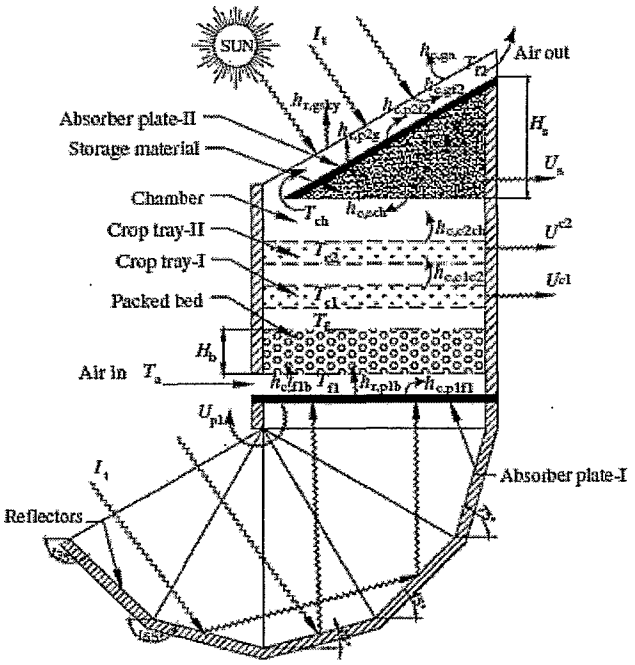


شکل ۱-۲- چوب خشک‌کن خورشیدی

دیلیپ جین[3] (۲۰۰۷)، مدلی از یک خشک‌کن خورشیدی ارائه داده است که بصورت دوسویه (از بالا و پایین) قادر به جذب انرژی خورشیدی بوده و جریان همرفتی بسیار خوبی را ایجاد مینماید. شکل (۱-۳). این مدل بدین صورت است که از یک آینه مقعر برای انعکاس نور خورشید به کف خشک کن استفاده شده است؛ که پرتوها پس از برخورد با آینه به یک صفحه جذب کننده حرارت برخورد میکنند. بدینوسیله گرمایش از کف تامین میشود و جریان همرفتی از کف خشک کن شکل میگیرد. در قسمت بالای خشک کن نیز یک صفحه شیشه ای قرار داده شده که زیر آن یک صفحه جذب کننده حرارتی وجود دارد. بدین ترتیب با تابش نور

1- Bentayeb
2- Fan
3- Dilip jain

خورشید به صفحه جذب کننده در فضای بین صفحه و رویه شیشه ای جریان هوا ایجاد میشود که به جریان همرفتی کف خشک‌کن کمک مینماید [۲۱].



شکل ۱-۳- نمایی از خشک‌کن ارائه شده توسط دیلیپ جین

پالسینگ و همکاران[1](۲۰۰۶)، یک خشک کن خورشیدی خانگی چند طبقه طراحی و ساختند که در خشک کردن سبزیجات و محصولات خانگی در مقیاس کم و محدود کاربرد دارد. شکل (۱-۴) . شیوه کار این خشک کن از نوع جریان همرفتی غیر متمرکز است چرا که چندین بخش مجزا دارد و قابلیت خشک کردن محصولات مختلف را بصورت همزمان دارد [۲۲].

1- pal singh